Das Wasser

E. A. Rossmässler

Phys. sp.
578ᵒ (1

Rossmaessler

Digitized by Google

Der Giefsbach in der Schweiz.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Das Wasser.

Eine Darstellung

für

gebildete Leser und Leserinnen

von

E. A. Roßmäßler.

Zweite vermehrte Ausgabe

mit 9 Lithographien in Tondruck und 47 Illustrationen in Holzschnitt.

Leipzig:
Friedrich Brandstetter.
1860.

Digitized by Google

„Die Naturwissenschaft ist so menschlich, so wahr, daß ich Jedem Glück wünsche, der sich ihr auch nur etwas ergiebt; sie fängt an leicht zu werden, so daß auch gern trägere Menschen sich eher dazu einladen lassen; sie ist so leicht wahr zu behandeln, daß sie den Geschmack zum Unwahren überwiegen kann; sie beweist und lehrt so bündig, daß das Größte, das Geheimnißvollste, das Zauberhafteste so ordentlich einfach, öffentlich, unmaglich zugebt: sie muß doch endlich die armen, unwissenden Menschen von dem Durste nach dem dunkeln Außerordentlichen heilen, da sie ihnen zeigt, daß das Außerordentliche ihnen so nahe, so deutlich, so unaußerordentlich, so bestimmt wahr ist. Ich bitte täglich meinen guten Genius, daß er auch mich von aller andern Art von Bemerken und Lernen abhalte und mich immer auf dem ruhigen, bestimmten Wege leite, den uns der Naturforscher so natürlich vorschreibt.“ —

Carl August, H. z. S.
in einem Briefe an Knebel vom 8. Dec. 1784.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Digitized by Google

Vorwort zur ersten Ausgabe.

Neben der Verbreitung von materiellem Wissen und neben der rein menschlichen Befriedigung, welche die in immer weiterem Umfange sich ausbreitende gemeinfaßliche Veranschaulichung der Naturwissenschaft anstrebt, liegt noch eine dritte Aufgabe dieses Zeitstrebens darin, die Menschen über den großen Kreislauf aufzuklären, in welchem Jeder seinen Platz, Einer wie der Andere, einnimmt und nur dann mit innerem und äußerem Segen einnimmt, wenn er seine eigene Abhängigkeit von diesem Kreislaufe und diesen selbst richtig würdigt.

Das Wasser ist in diesem großen Kreislaufe von der hervorragendsten Bedeutung.

Nicht trotzdem, sondern gerade deshalb wenden nur Wenige einmal den, nur das sich nicht von selbst Darbietende suchenden, Blick auf dieses mächtige Triebrad.

Vorliegendes Buch will den Blick seiner Leser darauf lenken.

Ohne gerade wissenschaftliche Vollständigkeit anzustreben, bot doch in der eben angedeuteten Auffassung das Wasser einen so reichen Stoff, daß die Verarbeitung desselben in viele Gebiete der Naturwissenschaft und des Menschentreibens führte. Es will darum das Buch auch kein sogenanntes populär-naturwissenschaftliches Werk sein, sondern, wie auch sein Titel sagt, eine „Darstellung."

Möchte es meinem Versuche nicht ganz mißlungen sein, ein anschauliches und umfassendes Bild des Wassers zu malen. Meine Absicht würde vollkommen erreicht und mein Streben reich belohnt sein, wenn man am Ende des Buches sich zu dem Geständnisse gedrungen fühlte, daß man nun erst das Wasser würdige.

Ich habe es versucht, meine Leser „auf dem ruhigen, bestimmten Wege zu leiten", den Carl August in dem meinem Buche vorgesetzten Motto andeutet. Seit jener Zeit haben durch kein Fehlschlagen und durch keine Verketzerung zu ermüdende Forscher diesen Weg unendlich mehr geebnet, aber auch erweitert, so daß es mich unwiderstehlich anlockte, mich zu einem Führer auf demselben aufzuwerfen, damit Andere leichter und sicherer an das Ziel kämen. Sollte dabei der oder jener Seitenweg noch nicht deutlich

genug angegeben zu sein scheinen, so werden für solche meine freundlichen Leser und Leserinnen ganz besonders berufene Führer genannt finden: die Bücher, denen ich Manches entlehnte und die ich stets dankbar angeführt habe.

So möge denn meine Arbeit ihren Weg antreten und freundliche Beurtheilung finden.

Leipzig, im September 1857.

Vorwort zur zweiten Ausgabe.

Bei der Abfassung dieses Buches wurde absichtlich, um den Umfang desselben innerhalb eines gewissen Maaßes zu halten, eine sehr wichtige Seite seines Gegenstandes nur oberflächlich berührt. Es ist dies die kulturgeschichtliche Bedeutung des Weltmeeres. Es kam mir daher sehr erwünscht, als der Herr Verleger für eine Heftausgabe des Buches eine Vermehrung des Textes wünschte.

Das erste Heft, welches unter dem Titel: „der Mensch und das Weltmeer" auch besonders erschienen ist, schildert nun in ausführlicher Weise diese, von Alexander von Humboldt im II. Bd. des Kosmos mit seiner ihm bis an sein Lebensende treu gebliebenen Meisterschaft behandelte, Bedeutung des Weltmeeres und bildet so eine wenigstens seinem Gedanken nach tief anregende Einleitung und Vorbereitung zu der eingehenden Betrachtung des in seinem Umfange und seinen Wirkungen unermeßlich großen Elementes.

Ich kann die Gelegenheit nicht vorbeigehen lassen, ohne der meines Wissens ausnahmslos mit so viel Nachsicht über mein Buch laut gewordenen Kritik meinen Dank zu sagen, und meine Leser mögen es mir nicht als Eitelkeit auslegen, sondern als eine ihnen schuldige Notiz betrachten, wenn ich hier ausspreche, daß dasselbe sehr bald nach seinem Erscheinen in die Sprache desjenigen Volkes, welchem das Wasser vorzugsweise Lebens- und Gedeihensbedingung ist, des holländischen, übersetzt wurde. Noch in diesem Jahre erschien eine russische Uebersetzung, eine polnische wird vorbereitet und eine englische schreitet in London rüstig vorwärts.

So möge denn mein Buch seinen zweiten Rundlauf antreten und an recht vielen Lesern und Leserinnen sich sein Schlußwort bewahrheiten.

Leipzig, im Juni 1860.

E. A. Roßmäßler.

Inhalt.

Einleitung. Der Mensch und das Weltmeer; auf den besondern Seitenzahlen . . . . 1—48

Erster Abschnitt.

Das Wasser in seinen chemischen und physikalischen Eigenschaften 1

Zweiter Abschnitt.

Das Wasser als Bestandtheil des Luftmeeres 31

Dritter Abschnitt.

Das Wasser als Regulator des Klima's 83

Vierter Abschnitt.

Das Wasser als erdgestaltende Macht 117

Fünfter Abschnitt.

Das Meer und die Gewässer des Festlandes 233

Sechster Abschnitt.

Das Wasser als Ernährer 417

Siebenter Abschnitt.

Das Wasser als Wohnplatz für Thiere und Pflanzen 466

Achter Abschnitt.

Das Wasser als Vermittler des Verkehrs und als Gehülfe der Gewerbe 499

Neunter Abschnitt.

Das Wasser als künstlerisches und als poetisches Element 514

Rundschau

auf

„... des Okeanos Kraft, des tief hinströmenden Herrschers."

Homer, Ilias 21. 195.

Der Mensch und das Weltmeer.

1. Des Weltmeeres erziehende Kraft.

Wenn im Verlaufe von Jahrhunderten aus einer in den fruchtbaren Schooß der Erde gefallenen Eichel der weitästige Eichbaum wuchs, und wenn in Jahrtausenden das Menschengeschlecht das geworden ist, was es heute ist — so ist in beiden Fällen das Gleiche geschehen: es ist dort ein kurzer, hier ein langer und noch nicht abgeschlossener organischer Proceß abgelaufen, nach ewigen und unabänderlichen Gesetzen.

Nur wenn wir die Weltgeschichte als einen organischen Proceß auffassen, gewinnen wir ihr richtiges Verständniß. Die in gesundem Fortschritt oder in erkrankendem Rückschritt sich entwickelnde oder zum Stillstehen gehemmte Menschheit unterliegt dabei eben so den Einflüssen der Außenwelt, wie der sich entwickelnde einzelne Mensch, wie der langsam aufwachsende Baum. Sie stehen gleicherweise unter der Gewalt, welche in dem Wechselspiel von Ursache und Wirkung liegt.

Unter den tausenderlei Kräften, welche auf die Entwicklung der Menschheit von Einfluß gewesen sind und ewig bleiben werden, nimmt das Weltmeer eine hervorragende Stelle ein; und es ist daher wohl angemessen, ihm, dem Großwürdenträger der Wasserwelt, ja mehr noch: dem Beherrscher der Erdoberfläche, in seiner Eigenschaft als Vermittler der menschlichen Kultur unsere ganze Aufmerksamkeit zu schenken, bevor wir im Verfolg dieses Buches

das Wasser in allen seinen Beziehungen betrachten. Es wird diese Betrachtung gewissermaßen eine Weihe und Vergeistigung über das mächtige Element verbreiten, ohne welches auch nicht das kleinste lebende Wesen besteht. Wir sind ja leider fortwährend in der Gefahr, das Wichtigste, das Unentbehrlichste unbeachtet zu lassen, wenn es sich ohne unser Zuthun in jedem Augenblicke von selbst unserem Bedürfnisse darbietet.

Unter den mancherlei gegen die Voraussetzung streitenden Seltsamkeiten ist es keine der kleinsten, daß das Weltmeer, anstatt ein Trennungsmittel für den Verkehr der Menschen zu sein, ein Verbindungsmittel ist. Wenn der flüssige Spiegel die Spuren des menschlichen Fußes aufbewahren könnte, wie der Erdboden, wir würden auf ihm alte und neue Völkerstraßen erblicken, alte, deren Verlauf jetzt nur selten von einem Kiel gekreuzt wird; neue, auf denen ein unsichtbarer Wegweiser, die magnetische Kraft der Erde, Tausende von Schiffen eben so bestimmt leitet wie die festen mit Wegweisern versehenen Kunststraßen des Landes.

Ein Streit darüber, ob das Weltmeer mehr ein trennendes oder mehr ein verbindendes Element sei, spielt gerade gegenwärtig eine bedeutende Rolle in der Erörterung der Frage, ob das Menschengeschlecht aus Einem biblischen Paare oder von mehreren gleichzeitig oder ungleichzeitig und unabhängig von einander entstandenen Kernpunkten aus seinen Anfang genommen habe.

Wir dürfen in diesem Augenblicke ein kurzes Eingehen auf diese Frage nicht von der Hand weisen, denn von ihrer Beantwortung hängt ja wesentlich die Bedeutung des Weltmeeres für den Menschen ab. Schließen wir uns der Meinung an, welche das Menschengeschlecht von einem einzigen Urpaare ableitet, so gewinnt das Weltmeer weit mehr eine verbindende Bedeutung, denn dann ist es also nicht im Stande gewesen, die Ausstrahlung von einem einzigen Mittelpunkte zu hindern. Nehmen wir dagegen mehrere getrennte Abstammungs-Mittelpunkte für das Menschengeschlecht an, so erscheint uns das Weltmeer von einem mehr trennenden Einfluß, denn dann hat es z. B. verhindert, daß vor der Entdeckung Amerika's südamerikanische Ureinwohner nach Europa kamen.

Die Frage, ob das Menschengeschlecht nur eine oder mehrere Arten darstelle, ist in neuester Zeit mit vieler Gründlichkeit und von einer Seite leider nicht ohne Einmischung nichtbeweisender Beweismittel behandelt

worden. Die Beantwortung leidet außerdem an dem Mangel, daß unter den Naturforschern darüber noch eine Meinungsverschiedenheit obwaltet, was wir unter Art zu verstehen haben, d. h. wie erheblich zwischen zwei Thieren oder zwei Pflanzen die Unterscheidungsmerkmale sein müssen, um sie für zwei Arten zu halten. Es fehlt also für eine endgültige Beantwortung der Frage, ob alle Menschen blos eine oder mehrere Arten bilden, leider noch an einer sichern Grundlage, welche allein in einem feststehenden Artbegriff zu suchen ist.

Die Arten der Thiere und Gewächse unterscheiden wir bekanntlich nach gewissen Merkmalen ihrer Gestaltung, welche jede einzelne vor allen übrigen voraus hat. Wenn wir daher mehrere, etwa vier, Menschenarten annehmen wollen, so muß jeder einzelnen eine gewisse Summe von Kennzeichen eigen sein, wodurch sie sich von den drei übrigen bestimmt unterscheidet.

Lange Zeit, vorzüglich durch Buffon's und Andreas Wagner's Namen gestützt, stellte man für die Feststellung des Begriffs Art ein anderes Unterscheidungskennzeichen noch über die von der Gestalt hergeleiteten, indem man sagte, diejenigen thierischen oder pflanzlichen Wesen gehören trotz ihrer sonstigen gestaltlichen Verschiedenheiten einer Art an, welche mit einander zeugungsfähige Nachkommen hervorbringen können. Man pochte auf die Behauptung, Esel und Pferd bringen den Maulesel und das Maulthier hervor, aber diese sind nicht weiter fruchtbar, daher sind Esel und Pferd zwei Arten. Es sind aber in nicht gar seltenen vollkommen beglaubigten Fällen von Mauleselstuten Junge geworfen worden. Tschudi erzählt in seinem klassischen Buche „das Thierleben der Alpenwelt“, daß man von Ziegen und Steinböcken Bastarde und von diesen wiederum Junge gezogen hat. Dasselbe ist es mit Hund und Fuchs, Hund und Wolf. Wenn nun die Buffon'sche Feststellung des Begriffes Art gelten soll, so wäre der Esel nicht vom Pferde, die Ziege nicht vom Steinbocke, der Hund nicht vom Wolfe, der Fuchs nicht vom Hunde als Art verschieden. Dann aber gälten alle anderen gestaltlichen Unterscheidungsmerkmale nichts, das Pferd müßte den Esel — trotz der so sehr bedeutenden Gestaltunterschiede im Ganzen und Einzelnen — in seinen Artkreis aufnehmen.

Bei consequenter Durchführung dieses Grundsatzes — und in der Naturgeschichte geht Consequenz der Grundsätze über Alles — wüßten wir von

keiner einzigen der etwa 120,000 Thierarten und 100,000 Pflanzenarten nicht eher etwas Sicheres darüber, ob sie wirklich Arten seien, als bis wir alle mit ihren nächsten Verwandten vermählt und festgestellt hätten, ob ihre Nachkommen fruchtbar seien oder nicht.

Wahrhaft lächerlich wird die Verfechtung dieses Artbegriffes bei Denen, welche gleichzeitig, im schreiendsten Widerspruch damit, kein Bedenken tragen, leichtfertig neue Säugethierarten aufzustellen, nicht etwa nach einzelnen lebenden Exemplaren, sondern nach abgezogenen Fellen, und sich dabei mit den Unterschieden in der Färbung des Haares begnügen.

Die Mulatten, Mestizen und Zambos sind bekannte Beweise für die fruchtbare Mischung des über den Erdkreis verbreiteten Menschengeschlechtes. Es sind aber immer nur Beispiele dieser Mischung von einzelnen Menschenrassen, wie wir sie einmal der herkömmlichen Redeweise zu Liebe nennen wollen. Mischlinge zwischen Eskimos und Hottentotten, Neuholländern und Malayen, Botokuden und Kamtschadalen kennt noch Niemand. Und erst, wenn diese, so wie überhaupt Mischlinge aller Menschenstämme, vorliegen würden, wäre der Nachweis von der fruchtbaren Mischungsfähigkeit zwischen allen Menschen geliefert, an welcher übrigens hiermit keineswegs ein Zweifel ausgedrückt werden soll.

Allein nach der vorher besprochenen Analogie der Thiere ist überhaupt hierauf für die Feststellung des Artbegriffs bei den Menschen kein Gewicht zu legen und wir haben bei ihnen wie bei den Thieren dabei lediglich die gestaltlichen Verhältnisse des äußeren und inneren Baues zu befragen.

Es ist jedoch hier nicht der Ort, die erheblichen Unterschiede in diesen Verhältnissen des menschlichen Körperbaues aufzuzählen, um dadurch das Zerfallen des Menschengeschlechtes in mehrere Menschenarten nachzuweisen; wir müssen uns auf die Mittheilung beschränken, daß genaue Abwägung der Verschiedenheiten im äußeren und inneren Bau vollkommen zu der Annahme berechtigen, daß das Menschengeschlecht aus mehreren Arten bestehe, die schärfer von einander unterschieden sind, als viele Thierarten, an deren Artverschiedenheit Niemand zweifelt.

Wie viele Menschenarten man zu unterscheiden habe, ist noch nicht hinlänglich festgestellt, da die anatomische Untersuchung noch nicht von allen dafür zu haltenden Stämmen vorliegt.

Ein Grund, auf den Manche die Nothwendigkeit, das Menschengeschlecht in mehrere Arten zu zerfällen, stützen wollten, ist für uns an diesem Orte besonders interessant, obgleich Andere kein Gewicht auf ihn legen, nämlich der, daß man die Meere für ein zu großes Hinderniß hielt, als daß von dem Wohnsitze eines einzigen Urpaares aus die ganze Erde hätte bevölkert werden können.

Allerdings können die Anhänger der Annahme eines einzigen Urpaares aus älterer und neuerer Zeit viele Fälle anführen, daß Menschen auf schwachen Booten Hunderte von Seemeilen von ihrer Heimath verschlagen und an ferne Küsten getrieben wurden. Der Weltumsegler Chamisso erzählt, daß er auf den Radak-Inseln einen Mann Namens Kadi kennen lernte, welcher behauptete, mit drei Gefährten von Ualan bis nach den genannten von Ualan 1500 Meilen entfernten Inseln, am Ostende der Karolinen, verschlagen worden zu sein und nicht weniger als acht Monate auf dem Weltmeere getrieben zu haben.

Bekanntlich besitzen wir ziemlich glaubwürdige Nachrichten, welche erzählen, daß Amerika schon vor 1000 Jahren von Europäern besucht worden sei, wobei Island und Grönland als Zwischenstationen dienten. Dadurch wird jedoch schwerlich bewiesen, daß der hohe Grad von Cultur, den Cortez in Mexiko antraf und von welcher man später namentlich auch auf der Halbinsel Yucatan beredte Zeugen in uralten Bauwerken von großem Umfange fand, europäischen Ursprunges sei. Mehr scheint diese Ansicht unterstützt zu werden durch die eigenen Sagen der Mexikaner, welche mit großer Bestimmtheit auf eine von Osten gekommene Einwanderung weißer Männer hinweisen.

Indem wir die Frage, ob eine oder mehrere Menschenarten, verlassen, können wir doch nicht umhin, die angedeutete Sage der Mexikaner, welcher ohne Zweifel geschichtliche Wahrheit zum Grunde liegt, als einen Fingerzeig zu beachten, daß das Weltmeer zuletzt weit mehr eine Brücke, ein verbindender Vermittler, als eine trennende Kluft ist. So lange der Mensch in der Beherrschung der Natur, so weit diese jenem die Herrschaft über sich einräumt, noch in den Anfängen stand, war ihm das Meer natürlich eine Schranke, und als solche unterstützte es mittelbar des Menschen Ausbildung zum seßhaften Sohne der Scholle. Erst als er diese Stufe erstiegen hatte,

rief ihn das Meer heraus auf seinen Rücken, um ihn zu weiteren geistigen und materiellen Fortschritten zu tragen. Der Okeanos verfuhr also wie ein verständiger Erzieher, wehrend und aneifernd, die noch schwache Kraft erstarken lassend und die erstarkte herausfordernd. Seit der Vervollkommnung der Schifffahrt sind in bis dahin unbesuchten Meeren Tausende von fernen Inseln entdeckt worden, während der Entdeckungsdurst unserer, nach geistiger und materieller Beute begierigen, Zeit noch immer kein Sterbenswörtchen von großen Gebieten Inner-Afrika's in Erfahrung gebracht hat. Die berühmten Nordpol-Entdeckungen waren nur zu Schiffe möglich, denn das ungastliche Festland stieß die kühnsten Wanderer zurück. Wir begreifen also den mächtigen Zusammenhang menschlicher Gesittung mit dem Weltmeere, der durch die kurze Ueberschrift dieses Abschnittes angedeutet werden soll.

Die Geschichte der Schifffahrt ist ohne Widerrede eine der anziehendsten und lehrreichsten Parthien der menschlichen Kulturgeschichte, eben so wie eine Modellsammlung aller jemals in Gebrauch gewesenen Fahrzeuge aller Völker zu den wichtigsten und interessantesten Veranschaulichungsmitteln des menschlichen Fortschrittes gehört.

Wann und wo der Mensch sich zuerst dem trügerischen Elemente in dem schwimmenden Gebäude anvertraute, ruht in dem Schooße der Sage, wie fast alle jene wichtigen, das gesellschaftliche Leben wesentlich bedingenden Erfindungen des Menschengeistes. Die Natur ist vielleicht auch hier seine Lehrmeisterin gewesen. Nicht indem er den Fischen und anderen Thieren die Gabe verliehen sah, sich mit Leichtigkeit im Wasser zu bewegen, denn das konnte ihnen der Mensch nicht nachmachen, da ihm die Natur die Wasserathmung versagt hatte. Die Fische waren vielleicht nicht einmal des Menschen Schwimmmeister; dieser Lehrer war vielleicht die augenblickliche Lebensgefahr, das gebieterische Naturbedürfniß, für welches der Mensch wie das im Zustande der Naturfreiheit lebende Thier — und hierin war anfänglich der Mensch dem Thiere ohne Zweifel gleich — in sich augenblicklich das Auskunftsmittel findet. Schwerlich darf man sagen, daß der Mensch auf seinem langen Kulturgange mit hundert andern geistigen und körperlichen Fertigkeiten auch das Schwimmen erst allmälig gelernt habe. Auf

diesem Gange, welcher den Menschen immer mehr zum Sohne und doch auch zugleich zum Pfleger und Meister des nährenden Bodens machte, hat im Gegentheil der Mensch das Schwimmen vielmehr verlernt, so daß nun Viele ihre Entfremdung von der gleichberechtigten flüssigen Halbschied ihrer Heimath mit dem Leben büßen.

Die Natur zeigte dem Menschen andere Vorbilder als die Fische, um ihn auf den Gedanken der Schifffahrt zu leiten. Er sah den treibenden Baumstamm, auf welchen sich ein Landthier gerettet hatte, das schwimmende Rindenstück mit der verschlagenen Spinne, ja das Seerosenblatt mit dem darauf lebenden Rohrkäferchen. Wer denkt hier nicht an jenes sonderbare Schiffsboot, ein Weichthier des Meeres, welchem Linné im Glauben an das, was man von ihm erzählte, den sprechenden Namen Argonauta Argo gab! Schon die Alten kannten das Thier und fast möchte man nach den Bildern ihrer Schiffe glauben, daß sie dieselben seiner schönen Schale nachgebildet haben. Es ist noch gar nicht lange her, daß der französische Naturforscher Sander-Rang, der zugleich Seemann war, es als eine Fabel erst nachgewiesen hat, daß das Schiffsboot, seinen Namen verdienend, in schiffsmäßiger Lage seiner bootähnlichen Schale auf der Oberfläche des Meeres sich von dem Winde hintreiben lasse, indem es zwei flossenartige Hautlappen als Segel ausspanne und emporstrecke. Sander-Rang raubte dem Thiere den Ruhm, in dem Menschen den Gedanken des Schiffes erweckt zu haben, welchen man ihm um so bereitwilliger zuerkannt hatte, als man sogar glaubte, das Thier baue sich nicht, wie andere Schalthiere, sein Gehäuse selbst, weil es allerdings gegen die sonstige Regel in demselben nicht befestigt ist. Diese kühne Hypothese ist um so mehr zu verwundern, da man die Schale niemals von einem andern Thiere bewohnt gefunden hatte, welchem sie der Argonaut hätte abgewinnen können, falls er sein Unterkommen nicht von dem Zufall ausgestorbener Schalen abhängig machen wollte.

Wenige der von dem Menschen gemachten Erfindungen bieten so wie die Schifffahrt noch gegenwärtig alle Stufen ihrer Entwickelung gleichzeitig dar, um an diesen das allmälige Emporblühen der Erfindung aus dem treibenden Boden des mit der Befriedigung zunehmenden Bedürfnisses zu ersehen. Von dem mit Seehundshäuten bespannten dünnen Sparrwerk, welches die einsitzige Baidarke der Aleuten bildet, bis zu dem nun endlich seiner

Vollendung schnell entgegengehenden Leviathan, der in Great-Eastern umgetauft worden ist, liegt eine Stufenreihe von Fahrzeugen, welche, wenn man sie einmal beisammen sehen könnte, den Beweis liefern würde, wie vielfach der schlichte Grundgedanke des Schiffes verkörpert worden ist.

Die sich darbietenden Umstände des verwendbaren Stoffes, die Natur des Landes und die Beihülfe des Grades der den Volksstämmen bereits eigenen Fertigkeiten geboten und erlaubten ihnen, wie sie ihr Schiffchen einrichten müßten. Indem der Aleute in dem kreisrunden Loche im Mittelpunkte seiner Baidarke mit ausgestreckten Füßen sitzt und sein wasserdichtes Kleid luftdicht an den erhabenen Rand des Loches anschließt, können ihm die Wellen nichts anhaben, denn die eingeschlossene Luft hebt den leichten Bau immer wieder empor und die Kälte des Klimas schützt dabei lange Zeit den Fellüberzug vor Fäulniß. Am Ufer angelangt, nimmt er es auf die Schulter und trägt es leicht an seine Hütte. Der reiche Engländer verzweifelte einige Zeit an der Aufbringung der Kosten zum Ausbau seines Seeungeheuers, welches fähig sein wird den stolzen Dreidecker durch seinen Anprall zu spalten.

Diese beiden Extreme sind erläuternde Beispiele für den eben ausgesprochenen Satz und der Aleute beweist durch seine Baidarke zugleich, wie frühzeitig der Mensch zur Erkenntniß physikalischer Gesetze — im vorliegenden Falle des Gesetzes von dem Schwereverhältniß zwischen Luft und Wasser — gelangte. Und ist nicht die Erkenntniß der Naturgesetze die wirksamste Zucht zur Ordnung und Gesetzlichkeit? Das Naturgesetz ist in seiner Grundwahrheit unerbittlich, es ist aber gerecht und dabei dem verständigen Ermessen der Erfahrung gegenüber dennoch lenksam: ein Vorbild für die Gesetzgebung der menschlichen Gesellschaft.

Es ist ein vielleicht noch zu wenig ausgebeutetes Gebiet des Quellenstudiums der Kulturgeschichte, den Wegen nachzuspüren, auf welchen der Mensch zur Erkenntniß der Naturgesetze gelangte. Die Ergebnisse dieses Studiums würden zugleich eine Vorgeschichte der Naturwissenschaft sein, an welcher es nahezu noch ganz gebricht. Nur gelegentlich und als Veranschaulichungsmittel ist auf diese interessante und anziehende Seite der Natur- und Kulturgeschichte Bedacht genommen, unter anderem mit großem Erfolg in Ule's „physikalischen Bildern". Eine Geschichte der Erkenntniß

der Naturgesetze ist noch zu schreiben. Es würde ein Buch der anziehendsten Art sein und ein neues Band um den Menschen und dessen mütterliche Heimath Natur schlingen.

Die Geschichte der Schifffahrt hat noch einen großen Theil der wichtigen Aufgabe zu lösen, den auf ihr Gebiet fallenden Theil des Kulturganges der Menschheit zu zeichnen. Die Beschaffenheit der Fahrzeuge auf dem Meere und den Strömen ist nicht blos ein Gradmesser für die Geschicklichkeit und den Scharfsinn ihrer Erbauer, sondern, weil diese damit Hand in Hand geht, für die geistige Ausbildung derselben überhaupt und ganz besonders für die Größe des Bereiches ihres Verkehrs mit ihren Nachbarländern.

So lange der Aleute seine Baidarke so baute, wie er es jetzt noch thut, war er mit seinen Fahrten auf die nördlichen Meere beschränkt, wo die Erwärmung der Meeresoberfläche nicht so bedeutend wird, daß dadurch die Fäulniß ihres Ueberzugs von Robbenfellen befördert würde; denn es ist ja nur dieser dünne Ueberzug, was sich zwischen den Aleuten und den Tod stellt. Der Aleute erweist sich also durch die Beschaffenheit seiner Fahrzeuge als ein specifischer Nordländer und ein seßhafter Völkerstamm.

Die Geschichte der Schifffahrt mahnte uns an die Thatsache, daß sie mit der Geschichte der Erkenntniß der Naturgesetze in gewiß vielen Punkten Hand in Hand gehe. In bestimmterer Form spricht sich diese ihre Bedeutung aus, wenn wir sie eine Erzieherin der Wissenschaften nennen.

Wenn sich der Mensch dem trügerischen Elemente überantwortet, rüstet er sich mit allen möglichen Waffen zu dem Kampfe mit den Gefahren, welche auf demselben seiner warten. Da diese Gefahren ganz andere sind, als auf dem Festlande, so mußte er auch andere Waffen erfinden. Es ist daher sicher ein großer Kreis, den die Kenntnisse und Hülfsmittel bilden, zu welchen den Menschen die Beschiffung des Meeres zuerst getrieben hat.

„Wasser und Himmel" lautet der unheimliche, vermittlungslose Gegensatz, welcher die Lage des Seefahrers ausmacht, beide Glieder den sicheren feststehenden Verhältnissen des Landes durch Unsicherheit und Veränderlichkeit schroff entgegenstehend. Wie das Kind sich noch sicher glaubt, so lange es

die leitende Mutterhand, den bergenden Mutterschooß wenigstens noch in seinem Bereiche sieht, so bangte dem Seefahrer auch weniger vor dem Meere, so lange er noch die rettende Küste neben sich sah — er blieb lange Zeit Küstenfahrer.

Allein die rettende Küste, die ihm zugleich der Wegweiser war, war ihm auch ein drohendes Verhängniß, wenn sich der Sturm erhob und das Schifflein zerschellend an den nahen Küstensaum zurück zu werfen drohte. Es galt, die gefahrvolle Nähe der Küste zu meiden, es galt aber auch, den damit verbundenen Verlust des Wegweisers auf eine andere Weise zu ersetzen.

Der Auf- und Untergang und der Stand der Sonne und des Mondes, der auch dem Festlandsbewohner nicht lange unbeachtet geblieben sein konnte, reichte auf dem Meere nicht aus. Die auf jenem begonnene Sternkunde wurde auf diesem weiter entwickelt, um auch in der mondlosen Nacht durch den Stand der Sterne, die man in Gruppen, Sternbilder, übersichtlich zusammenfassen lernte, einige Führung zu gewinnen.

Wenn schon auf dem Festlande die Veränderungen, welche in der Atmosphäre vorgehen, für die Interessen des Menschen von großem Einfluß sind, so ist dies in weit höherem Grade der Fall für ihn, wenn er sich schwimmend auf dem so leicht erregbaren Spiegel des Meeres befindet, und in demselben Grade ist es ihm Erforderniß, jene ihm so verhängnißvollen Veränderungen voraus zu wissen, um ihnen zu entrinnen oder sich gegen sie zu rüsten. Der launenhafteste und hinterlistigste Geselle, der Wind, ist eben so Bundesgenosse, Diener und Gegner des Schiffers, er muß seine Launen und Tücken studiren — die auf dem Festlande begonnene Witterungskunde wird zur wichtigsten aller Wissenschaften auf dem Meere, denn da hing von ihr in den ersten Zeiten fast lediglich Fracht und Leben des Seefahrers ab.

Wir denken jetzt schon lange an den Kompaß und sind bereit, ein besonderes Verdienst auch bei der Entdeckung des Kompaß und des Erdmagnetismus dem Weltmeere zuzusprechen. Allein gerade hier ist ihm am wenigsten der Vorrang zuzuschreiben. Es liegt auf der Hand, daß ein Magnet nicht auf dem Meere gefunden und erkannt werden konnte und ohne einen solchen war natürlich auch die magnetische Kraft der Erde nicht zu entdecken. Das Verdienst des Meeres liegt hier nur in der tausendfältigen Veranlassung, die räthselhafte Erdkraft nach allen Seiten hin zu erforschen, wie

es auch nur durch Vermittlung des Meeres möglich war, den magnetischen Nordpol der Erde aufzufinden, während der Südpol wohl für ewige Zeiten unzugänglich sein wird, weil kein offenes Meer in seine Nähe leitet.

Es ist bekannt, daß die Chinesen schon lange im Besitz des Kompaß gewesen sind, indem mindestens 1000 Jahre vor unserer Zeitrechnung unzweifelhafte Spuren dieser Kunde nachzuweisen sind. Es scheint aber, als wäre der Kompaß für die Chinesen anfänglich mehr ein Wegweiser für Land- als für Seereisen gewesen, mit welchem sie sich in den endlosen Grassteppen der Tatarei zurecht fanden.

Allerdings würden wir vielleicht nicht so früh zu der genaueren Erforschung des Magnetismus gekommen sein, wenn nicht dessen Werkzeug so wesentliche Dienste auf dem Meere geleistet und dadurch eben zu jenen Forschungen unausgesetzt aufgemuntert hätte.

Auf dem Festlande, wo freilich die Chinesen schon lange auch einen praktischen Gebrauch vom Kompasse machten, wäre dennoch derselbe mehr nur ein Gegenstand der wissenschaftlichen Forschung geblieben, und um in dieselbe Einheit und Ausdauer zu bringen, bedurfte es eines Alexander von Humboldt, der vom Jahre 1828 mit unermüdlicher Beharrlichkeit die Regierungen aller Länder antrieb, magnetische Warten zu errichten.

Auf dem Meere ist der Steuermann der alltägliche und stündliche Beobachter des Kompasses, jedes Schiff eine schwimmende magnetische Warte und das Logbuch das täglich mit gewissenhafter Genauigkeit fortgeführte Tagebuch magnetischer Beobachtungen.

Columbus, der eine lange Reihe von Jahren als Führer von Schiffen und ganzen Geschwadern sicherlich sich allseitig zu seiner Entdeckungsreise vorbereitet hatte, war gleichwohl noch in Unkenntniß über die Abweichung der Magnetnadel vom wahren Nordpunkte der Erde, welche durch wissenschaftliche Beobachtungen schon länger als 200 Jahre vorher entdeckt worden war. Wäre sie aber auch nicht entdeckt gewesen, Columbus hätte sie entdecken müssen; wie er sie denn auch zum nicht geringen Schrecken seiner Begleiter wirklich fand, als er am 14. September (1492) bereits 200 Leguas von Ferro entfernt war. Er suchte sogar seine Beobachtung, daß die Magnetnadel um die Abenddämmerung um 5—6 Grad westlich abwich, vergebens seinen Gefährten zu verheimlichen, denn die Steuerleute mußten ja dasselbe

wahrnehmen. Die ganze Schiffsmannschaft gerieth darob in namenloses Schrecken. Der Kompaß, der einzige Führer, dem man nächst Columbus sicher vertraut hatte, erwies sich treulos, und Columbus hatte allen seinen Scharfsinn aufzubieten, um die beunruhigende Erscheinung auf beruhigende Weise zu erklären. Nur die hohe Meinung, welche die Schiffsmannschaft von des Columbus astronomischer Gelehrsamkeit hatte, war im Stande, die Aufregung der Gemüther zu beschwichtigen und einer astronomischen Deutung der Abweichung der Magnetnadel, an welche ihr Urheber selbst natürlich am allerwenigsten glaubte, gläubiges Vertrauen zu verschaffen

Wollen wir nun in das Bereich der Künste und Gewerbe ausführlicher eingehen, in denen das Weltmeer ein anregender Lehrer gewesen ist, so würde es eine lange Reihe geben. Ein Jeder von uns kann sich dieselbe leicht selbst zusammenstellen, eben so wie es geringes Nachdenken erfordert, um die Fortschritte auf jenen wie auf wissenschaftlichen Gebieten zu ermessen, welche von dem Zeitpunkte beginnen, wo die fortgeschrittene Nautik die allseitigsten Erleichterungen dazu an die Hand gab.

Einigen Seiten des Einflusses des Weltmeeres auf den Kulturgang des Menschengeschlechts müssen wir jedoch eine eingehende Aufmerksamkeit zuwenden; es sind diese Seiten die Beförderung der Naturkenntniß, worüber in Vorstehendem schon Einiges vorgegriffen ist, die geistige und sittliche Verknüpfung der Völkerfamilien, die Ausprägung des Charakters einzelner Klassen wie ganzer Völker.

Je umfassender und je tiefer eines Einzelnen oder eines Volkes Naturkenntniß ist, desto sicherer und behaglicher gestaltet sich dessen Leben, desto klarer und umfassender sind seine Anschauungen überhaupt. In letzterer Beziehung ist gerade unser Jahrhundert ein sprechender Beleg, es ist dies aber nicht minder in ersterer.

War auch schon vor Aristoteles, am bestimmtesten aber von diesem selbst, die Kugelgestalt der Erde von manchen Weltweisen gelehrt worden, so mußten doch ausgedehnte Beschiffungen des Weltmeeres und auf dessen glatter Fläche gemachte Wahrnehmungen diese Lehre mehr und mehr praktisch befestigen. Besonders das Erscheinen anderer Sternbilder auf der südlichen Halbkugel mußte hierzu wesentlich beitragen, und daß bereits auf phönizischen Schiffen von dem rothen Meere aus nach den Säulen des Herkules Afrika

umschifft worden sei, ist zwar viel bestritten, aber doch sehr wahrscheinlich, so daß Vasco de Gama's Umschiffung des Cap der guten Hoffnung nach zweitausendjähriger Unterbrechung nur eine Wiederholung, keine Entdeckung sein mag. Humboldt, welcher im zweiten Bande des Kosmos das Mittelmeer als den Ausgangspunkt der Kultur bespricht, schließt sich dieser Annahme unter genauer Berücksichtigung aller geschichtlichen Nachrichten, wie sie ihm eigen war, an.

Wir können die Betrachtungen über den Einfluß des Weltmeeres auf Förderung der Naturkenntniß nicht fortsetzen, ja auch von den übrigen oben hervorgehobenen Punkten können wir nicht sprechen, ohne des vermittelnden Dazwischentretens des Handels auf jedem Schritte zu gedenken, des Handels, von welchem Schiller in gerechtester Würdigung sagt:

Euch, ihr Götter, gehört der Kaufmann. Güter zu suchen
Geht er, doch an sein Schiff knüpfet das Gute sich an.

In wahrhaft beklagenswerther Befangenheit blickt die Wissenschaft oft geringschätzend auf den Handel, der ihr doch wie kein anderes Beförderungsmittel in unglaublich vielen Beziehungen dient und nützt. Es ist einer der vielen verborgenen Schätze tiefer Sinnigkeit, an denen unsere Sprache so reich ist, daß sie dasselbe Wort — Handeln — zur Bezeichnung schöpferischen Thuns und des Waarenaustausches anwendet. Sie zeichnet sich als die Sprache der vorzugsweise denkenden Nation dadurch nicht wenig aus, daß sie in diesem Worte den Handel als eine That würdigt.

Die Zeit der wissenschaftlichen Reiseexpeditionen ist noch nicht alt und wenn auch seit ihnen die Kenntniß der Natur in gesteigerter Zunahme begriffen ist, so sind es doch Jahrhunderte lang die überseeischen Handelsreisen allein gewesen, was diese Kenntniß förderte, und natürlich wetteifert noch heute hierin der „Güter suchende Kaufmann" mit dem wissenschaftlichen Weltumsegler. Es brauchen nur Hafenplätze wie Hamburg, Bremen, Triest, Bordeaux genannt zu werden, um dieselben von selbst auch als Stapelplätze für naturwissenschaftliche Waaren hervortreten zu lassen; und auch das schon ist ein Verdienst um die Naturforschung, ihr das Material herbeizuschaffen. Naturwissenschaftlicher Sinn, wenn er sich immerhin auch meist nur auf das Sammeln beschränken mag, ist in allen größeren Hafenplätzen rege. Schon

mancher Matrose war der Entdecker und Herbeischaffer bisher der Wissenschaft noch unbekannter Naturerzeugnisse.

Blicken wir doch einmal auf den Ursprung der Dinge selbst einer bescheidenen Haushaltung und Werkstätte, oder schauen wir unsere Kleidung an — wir finden eine Menge Naturerzeugnisse, welche als Rohstoffe der Handel über den Ocean herzuschaffte, die oft um so wohlfeiler und ihrem Zwecke entsprechender sind, je weiter sie hergeholt wurden und je mehr sie als neue Erwerbungen von der Wissenschaft geprüft worden waren.

Es ist nur dem Naturforscher bekannt, daß der immer lebhafter werdende Seeverkehr eine ganz unerwartete Feststellung der Preise naturwissenschaftlicher Gegenstände bewirkt hat. Chinesische Insekten, nordamerikanische Conchylien, brasilianische Vogelbälge sind in Deutschland wohlfeiler als spanische oder griechische oder südrussische. Man muß die in den großen Museen Europa's aufgespeicherten, noch ununtersuchten, ja nicht selten noch ungeöffneten naturwissenschaftlichen Waarenvorräthe gesehen haben, um es würdigen zu können, wie groß die Zufuhr daran aus fernen Ländern mit Hülfe des die weitesten Entfernungen abkürzenden Weltmeeres ist.

Es ist von diesem Gesichtspunkte der Werthschätzung der Meeresbedeutung kaum scharf zu trennen, wenn wir nun dessen völkerverknüpfenden Einfluß würdigen, denn auch dies ist im Princip nichts Anderes, als eine Beförderung der Naturkenntniß. Jeder Mensch ist sich, Einer dem Andern und ein Volk dem andern, ein Gegenstand der Erkenntniß, und Erkenntniß allein ist die versöhnende Macht, welche zum Frieden mit sich und mit Andern führt.

Der Einfluß, welchen die meergetrennten Völkerfamilien seit der Vervollkommnung der Schifffahrt, namentlich durch Vermittlung der Dampfmaschine, auf einander ausüben, ist wenigstens ein klarerer, bewußterer geworden. Das seine Naturprodukte sammelnde und an das sie verarbeitende Kulturvolk verhandelnde Naturvolk gewann allmälig eine würdigere Stellung zu seinem Abnehmer, tauschte neben dem klingenden oder Waaren-Gegenwerth auch Wissen, Bildung, Selbstwürdigung ein. Die einander in der Mitbewerbung drängenden Schiffe waren jedes für die rothhäutigen Geschäftsfreunde ein Anerkennungszeugniß ihrer steigenden internationalen Ebenbürtigkeit. Selbstachtung ist aber immer die einzige sichere Wurzel, mit der sich das eine Volk in die

Achtung des andern einsenkt; ein Satz, den sich die Deutschen, als Volk und als Einzelne, jeden Tag zehnmal vorsagen sollten!

Die sich feindselig durchkreuzenden Interessen riefen zwar zunächst eine gegnerische Stellung der Völker gegen einander hervor, allein da weder Einzelne noch ganze Völker auf die Dauer Feinde sein können, ohne ihren eigenen Interessen zu schaden, so führt die Durchkreuzung immer zu einer gegenseitigen Auseinandersetzung, mag sie auch Anfangs noch so künstlich und fein gespitzt sein.

Das souveräne Belieben der Mächte, namentlich der Seemächte, mußte immer mehr einem gegenseitigen rücksichtsvollen Gewährenlassen weichen; aus kalten einander beargwöhnenden und entfremdeten Gegnervölkern wurden durch den immer lebendiger werdenden Seeverkehr einander durchdringende Mitbewerber auf dem Weltmarkte des Handels und der Macht.

Wenn oben namentlich die geistige und sittliche Völkerverknüpfung durch das Weltmeer hervorgehoben wurde, so kann hier eine Seite dieses Einflusses nicht mit Stillschweigen übergangen werden, obgleich wir Alle dies gern thun würden, weil sie, betrübend an sich, auch außerdem leicht zu Mißverständniß und Verketzerung führen kann. Ich meine das Missionswesen, welches sich in ausgedehntester Weise des Weltmeeres als offener Straße bedient, um auf ihr überall hin seine Schritte zu lenken.

Während es die Natur des Menschen mit sich bringt, daß den der Civilisation noch fern stehenden Völkern das Wesen der Dinge die Hauptsache ist und die Form erst allmälig in ihren Augen Werth gewinnt, so hat in einer traurigen Verkennung dieser Wahrheit seit Jahrhunderten das Missionswesen den „blinden Heiden" die Form der Kirche — ich sage nicht des Christenthums, welches dadurch beleidigt werden würde — aufgenöthigt, ohne ihnen das Wesen des Christenthums zu geben, oder vielmehr in vielen Fällen ohne ihnen dasselbe in ihrer bereits befolgten Anschauungs- und Handlungsweise, in ihrer eigenen Brust, zum sittlichen, gestalteten Bewußtsein zu bringen.

Es ist dieses ein großes Hemmniß für die sittliche und geistige Heranziehung der uncivilisirtesten Völkerschaften an die Kulturvölker gewesen und ist dieses leider noch.

Die propagandistische Kirche fragt freilich nichts nach den Segnungen

des innigen Völkerverkehrs, sie will herrschen. Wenn sie nun aber auch durch diese humane Rücksicht sich nicht bestimmen ließ, weshalb, so fragt man sich, fiel es ihr nicht ein, in ihren eigenen Busen zu greifen? Dort mußte ihr eine Stimme sagen, daß Priestergewalt in der Priestergewalt stets die unerbittlichste Gegnerin findet. Wie konnte es christlichen Priestern beikommen, mit der mächtigen Priesterkaste China's anzubinden und dadurch wesentlich es zu verschulden, daß das „himmlische Reich" immer noch europäischer Kultur und europäischem Verkehr verschlossen ist?

Es würde ungeheure Summen von verlorener Zeit und vergeudeten Versuchen ergeben, wollte man nur seit der Entdeckung von Amerika und der Umschiffung des Cap der guten Hoffnung die Fehler des Missionsfanatismus zu Zeit und Geld kapitalisiren. Wir wären in der Erzielung einer innigeren Völkerverknüpfung unendlich viel weiter, wenn nicht den gewinnenden Einladungen des Handelsverkehrs die Bekehrungswuth in den Weg getreten wäre. Des Weltmeers erziehender Kraft trat eine feindselige Macht hindernd entgegen.

Welch einen mächtigen Einfluß endlich das Weltmeer auf die Ausprägung des Charakters einzelner Klassen wie ganzer Völker und deren staatlicher Formen und in weiterer Auffassung auf die Gestaltung der Geschichte ausübt, zeigt die Geschichte aller Jahrhunderte.

Im Namen „Seemann" prägt sich die Wahrheit dieser Erscheinung kurz und bündig aus. Losgelöst von der mütterlichen Scholle und in schier unkindlicher Entfremdung von derselben ist er ganz und gar das Erziehungsresultat seiner flüssigen, beweglichen Pflegeheimath. Ungewohnt des sicheren Behagens des Festlandslebens, kann es der Seemann kaum anders als in unmäßigen Zügen genießen; die Friedlichkeit des bürgerlichen Gesetzeslebens drückt wie ein Alp seine an Kampf mit Wind und Wetter gewöhnte Spannkraft, so daß sie das fehlende Toben der Elemente händelsüchtig heraufbeschwört. Oder träge und verdrossen lehnt der Matrose in allen Ecken seines Gefängnisses herum, denn als Gefängniß erscheint ihm der Hafen und mit verächtlichen Blicken sieht er den ungeheuerlichen Apparat des Lebens der „Landratten", aus tausenderlei ihm lächerlich überflüssig dünkenden Schnurrpfeifereien zusammengesetzt. Er hat das Alles dicht beisammen in dem Kasten seiner Koje.

Wenn er aber dann den Bauch seines Schiffes wieder vollgestopft hat von Waaren, um sie aus einem Welttheile in den andern zu führen, wenn die Stunde geschlagen hat, wo er den Anker aus dem trägen Hafenschlamm wieder heraufwinden soll, wenn er das letzte Tau aus dem Ringe des Hafendammes gelöst hat und der Steuermann wieder auf seinem Posten steht — dann leuchtet das Auge des Matrosen und er spitzt das Ohr, um den Befehl des Kapitäns zu vernehmen, der vom Gangwege herab seine Rufe ertönen läßt. Leichtigkeit und sichere Behendigkeit durchströmt seine Bewegungen, die sich mit denen des entfesselten Schiffes in Einklang setzen: er geht nun erst wieder sicher, denn seine Sohlen saugen sich auf dem schwankenden Verdeck förmlich an, für jeden Schritt anders, er lebt als ein Theil in einem gewissen Einverständniß des Gleichgewichtes des Ganzen. Gewiß, es mag ein so inniges Aneinanderschmiegen der Gangbewegungen des Seemanns an die Bewegungen seiner Umgebung sein, daß es sich buchstäblich so ausdrücken läßt, daß er sich von der starren Festigkeit des Erdbodens zurückgestoßen fühlt.

Der Ocean bemächtigt sich aber nicht blos des Leibes seines Sohnes, er gestaltet auch dessen geistige Persönlichkeit wesentlich um. Liegt doch in dieser Thatsache ein hauptsächlicher Grund unseres Wohlgefallens an sachkundigen Schilderungen des Seelebens.

Vor allem ist der Ocean ein guter Zuchtmeister, denn er lehrt gehorchen und befehlen; er macht das Auge hell und die Hand fest, er schärft das Urtheil und befähigt es zur schnellsten Wahl des Beschlusses, welcher der allein zum Ziele führende ist.

Die sichere Ruhe des festen Erdbodens läßt in seinem Bewohner das Bewußtsein gar nicht aufkommen, daß sein Leben von tausenderlei Gewalten abhängig ist, deren Dräuen er übersieht, weil er fortwährend mitten unter ihnen steht; selbst der wankelmüthige Boden vulkanischer Gebiete vermag den Menschen in sorgloses Vertrauen zu wiegen, indem er ihn mit freiwillig gebotenen reichen Spenden besticht.

Wie ganz anders ist es mit dem Seemann. Er steht stets auf der Warte seines Lebens. Nicht sorgloses Vertrauen treibt ihn immer wieder hinaus aus dem sicheren Hafen auf die flüssige Welle. Jeder Augenblick seines Lebens ist ihm ein eroberter Gewinn, den er eben deshalb, weil er

dieser ist, mit bewußtem Selbstgefühl genießt. Ihm kann das Leben nicht zum faulen Schlaraffenthum werden, die schmeichelnde Luft, die seine wettergebräunte Wange umspielt und über ihm das Segel bläht, das Wasser, was er aus dem eingeschlossenen Quell zapft, das von der weitsehenden Fürsorge bereitete Brod — dem Seemann sinken sie nie herab zum schuldigen Tribut, sie sind ihm gewürzt von dem Bewußtsein des glücklichen Besitzes.

Am größten zeigt sich die erziehende Kraft des Weltmeeres in den Verhältnissen des Menschen zum Menschen, mögen sich diese in dem kleinen Kreise einer Schiffsmannschaft oder in der Staatsgesellschaft einer schifffahrenden Nation aussprechen.

Das Gesetz der Nothwendigkeit, welches die Welt beherrscht, welches die Weltordnung ist, läßt sich nirgends besser würdigen als in den Beziehungen des Seemannslebens; ja, es ist nicht zu viel gesagt, wenn man behauptet, daß man in diesen das Verständniß der Gesetze und Bedingungen des Staatslebens zu suchen habe.

So wie zwei Menschen gemeinschaftlich einen Nachen besteigen, um eine Meile weit einen Strom zu befahren, bilden sie die einfachsten Linienzeichnungen eines Staatslebens, während eine Weltumsegelung eines reich bemannten Schiffs ein vollständiges Spiegelbild, wenn nicht ein Vorbild eines solchen ist. Es möge hier genügen, dies durch einige allgemeine Züge zu skizziren; aber es werden selbst diese einfachen Züge ausreichen, um zu beweisen, welch mächtiger Lehrmeister der Ocean ist, und wie alle diejenigen Völker tief unter der Höhe staatlicher Macht zurückgeblieben sind, welche nicht in die Schule dieses Lehrmeisters gegangen sind.

Gehen wir jetzt in Gedanken an Bord eines Schiffes. Dabei kann es aber den Lesern überlassen bleiben, die verschiedenen Klassen der Bemannung, vom Schiffsjungen bis zu dem Kapitän und den Passagieren, mit den verschiedenen Klassen der Staatsgesellschaft vom Hirtenknaben bis zum Fürsten und den besitzenden Ständen zu vergleichen.

Wer zum erstenmale ein Seeschiff zu einer längeren Reise betritt, der sieht nach der ersten Befriedigung der Neugierde jeden seiner Reisegefährten, welche Stellung dieser auf dem Schiffe auch einnehmen mag, mit einem größeren Interesse an, als dies in irgend einer Lage auf dem Festlande der Fall ist. Man fühlt sich an einander gewiesen wie bisher noch nie; auch

den Eigensüchtigsten überkommt gegen seinen Willen ein Gefühl der Anerkennung für seine Umgebung. Diese erste Erkenntniß entkeimt dem Bewußtsein der vollkommenen Gleichheit Aller in dem Unterworfensein unter die Gewalt und den Schutz der Naturgesetze, welche uns auf dem Meere unmittelbarer gegenüber treten, als auf dem Lande. Die Gleichheit vor dem Gesetz, nicht vor dem nur zu oft nicht von der Bruderliebe gemachten, sondern vor dem unerbittlich gerechten und unparteiischen Gesetz der Natur, macht sofort geneigt, Vorrechtsgelüste, wenn nicht aufzugeben, so doch zurückzudrängen.

Die nächste Folge von diesem Bewußtwerden einer größeren und unmittelbareren Abhängigkeit von den Naturkräften und einer hierdurch gebotenen desto umsichtigeren Bereitschaft zum Kampfe mit diesen muß es sein, daß Jeder, von gleichen Gefahren wie Alle bedroht, bereitwillig ist, eintretenden Falls seine schwache Kraft zur Rettung Aller, die auch seine eigene ist, herzuleihen, so wie daß sich der zu dieser Hülfeleistung weniger Berufene und Geschickte besonders verpflichtet fühlt, Denen alle Anerkennung zu zollen, deren Beruf es ist, unter der Weisung der Befehlenden ihre Kraft zum Schutze des Ganzen zu opfern.

Es ist wahrhaftig ein großes Werk, was der Ocean am Menschen vollbringt, wenn er ihn zwingt, seinen Nebenmenschen die Ehre ihrer Leistungen zu zollen.

Dieser Anerkennung der Empfangenden steht von Seiten der Leistenden die schöne stolze Selbstachtung gegenüber, welche die Arbeit adelt und welche an sich schon für Jene Nöthigung genug ist, die Achtung vor der Arbeit nicht zu verletzen. Dies ist auf dem Schiffe kein feindseliges Gegenüberstehen, sondern die gegenseitige ernste Abwägung der socialen Berechtigung.

Schon oben wurde gesagt, daß der Ocean gehorchen und befehlen lehrt. Er verfährt aber dabei nicht nach abstrakten Regeln, die so oft an der Besonderheit des Lernenden scheitern, er ist dabei recht eigentlich ein Erzieher; seine Lehren sind nicht tönende Worte, sondern unmittelbare und immer wiederkehrende Berufungen an den Verstand.

Ordnung und Stetigkeit in der Leitung des Schiffes durch den befähigt'sten Kopf muß eben so sehr von den die Leitung mit ihrer Arbeit Unterstützenden, und von den davon Nutzen Ziehenden als Nothwendigkeit

erkannt werden, als es dem leitenden Oberhaupte stets unvergessen sein muß, daß ihm in Jenen immer die Uebermacht gegenüber steht, welche sich weder von Unfähigkeit noch von bösem Willen lange ungestraft beherrschen läßt.

Dieses vollkommen naturgemäße Verhältniß bringt die so selten gestörte feste Ordnung in der Schiffsführung hervor, die jedem Freunde der Ordnung so wohlthuend anmuthet, der aus den Willkürverhältnissen des Landes auf das Verdeck eines Schiffes tritt. Aber man verstehe jetzt das Wort Ordnung nicht falsch: Ordnung herrscht in denjenigen Staatswesen in der Regel am meisten, in denen sich der Freund der Ordnung am unbehaglichsten fühlt; aber es ist dies die blos äußerliche, gewährlose Ordnung der Gewalt, welcher jene nur ein Mittel ist, sich aufrecht zu erhalten; der Gewalt, welche sich als eine höhere, ihre Berechtigung in sich suchende, Herrschaft den Beherrschten gegenüber sieht. Der Kapitän eines Schiffes fühlt sich dagegen mit diesen in Eins verwachsen.

Aus dieser Sachlage erblühen die schönsten Blüthen menschlicher Größe, aufopferungsvolle Hingebung der Bemannung und heldenmüthige Seelengröße des Befehlshabers, welcher das gestrandete Schiff, an dessen Rettung seine Regierungsweisheit mit scheiterte, dann erst als der Letzte verläßt, wenn er für alle Uebrigen gesorgt hat.

Giebt es ein erhebenderes Bild als ein sturmgepeitschtes Schiff, wenn nach wochenlangem Kampf mit Wind und Wetter der Kapitän das letzte Wasser mit seinen Matrosen theilt, wenn er mit festem, klarem Blick und ungebrochenen Muthes seine Kommandos durch den Sturm donnert und der Matrose in so oft schon gerechtfertigtem Vertrauen dem Kommando seine letzte Kraft leiht?

Das Gesetz feiert auf dem Ocean seine schönsten Triumphe; es tritt da in dem vollen Glanze seiner Herrlichkeit auf, den es nur hat als Lebenshauch und Bedingung für den gesicherten Bestand einer Vergesellschaftung verschiedener Kräfte zu vereintem sittlichen Streben.

Indem das Gesetz in dieser Bedeutung von allen Personen einer Schiffsmannschaft, vom Kapitän bis hinab zum Schiffsjungen, aufgefaßt wird, so sehen wir daraus das allein richtige Verhältniß zwischen Befehlenden und Gehorchenden hervorgehen, und wir haben nur nachzufragen, welches verborgene Etwas hier noch hinzukomme, um das alle Theile befriedigende

Ergebniß herbeizuführen, was man so oft in den größten wie in den kleinsten Staaten vergeblich sucht.

Dieses verborgene Etwas ist nichts Anderes, als das Alle ohne Ausnahme gleich durchdringende Gefühl, daß die Bedingungen ihres eigenen Wohles an das Wohl des Ganzen geknüpft sind, ein Gefühl, durch welches jedes Sondergelüste im Keime erstickt werden muß. Nur in dem Lichte dieser Auffassung erkennt der Kapitän die Berechtigung seiner Gewalt, das Licht dieser Auffassung befreit den Matrosen von dem drückenden Gefühle des Sklaven.

Auf dem Ocean bleibt der Mensch Mensch, oder richtiger noch: er wird auf ihm Mensch in der höheren Auffassung des in demselben Maaße verpflichteten Wesens, in welchem es berechtigt ist.

Um die ganze erziehende Gewalt des Oceans zu begreifen, muß man sich erinnern, daß auf Schiffen Meutereien eine eben so große Seltenheit sind, wie ihr Amt verkennende oder ihm nicht gewachsene Schiffsführer. Und umgekehrt beweist Letzteres wieder für Jenes, denn es ist sicher keine gewöhnliche Erscheinung, die oft bunt zusammengewürfelte, meist auf der niedersten Bildungsstufe stehende Bemannung eines Schiffes von einem Einzelnen zu einer ordnungsvollen Thätigkeit zusammengehalten zu sehen.

Wie das Weltmeer an dem Küstensaume unablässig seine umgestaltende Kraft geltend macht, sei es als tobende Brandung, sei es als ruhig auf und ab rollende Woge, so daß zuletzt ganze Kontinente ihre Gestalt wechseln, so beschränkt sich auch sein erziehender Einfluß nicht blos auf die Wenigen, die sich seinem Dienste weihen, sondern äußert sich auf das ganze Volk, welchem jene angehören.

Fassen wir, um uns dies deutlich zu machen, die Erfolge, welche der Seedienst hat, in den vier Punkten zusammen: Stählung der Kraft, Läuterung des Wollens, Thatenlust und, was hieraus von selbst hervorgeht, Liebe zur Freiheit — so finden wir alsdann in der Geschichte aller Zeiten, die Gegenwart nicht ausgenommen, zahlreiche Belege dafür, daß die seefahrenden Nationen sich stets in diesen vier Punkten vor anderen auszeichneten. Wir brauchen nach Beispielen nicht bis zu den Phöniziern und Karthagern zurückzugehen; auch die Normannen und Bataver, die Portugiesen und Holländer, Venedig und Genua wollen wir blos nennen; im Kleinen und

im Großen liegen uns die Hansestädte und Großbritannien und, durch das Gegentheil beweisend, Deutschland zu allernächst. Das Studium der Entwickelung der Macht Nordamerika's verweist uns in der Hauptsache nicht minder auf das Weltmeer.

Der seefahrende Britte ist thatkräftig, er weiß, was er will, und ist freiheitliebend — der Deutsche ist leider von Allem das Gegentheil Es ist daher der 1848 so laut erhobene Ruf nach einer „deutschen Flotte" in den Augen des tiefer Blickenden mehr als ein unklares Verlangen nach einem uns fehlenden Schutz für unsern Handel und nach einem Zuwachs von Macht. Eine deutsche Flotte wird ein wirksames Erziehungsmittel des deutschen Volkes sein, ohne welches dieses niemals das wird werden können, was man ihm so ruhmredig als leicht zu erreichendes Ziel vorgaukelt: eine die Geschicke Europa's bestimmende Macht. Nicht deshalb wird das deutsche Volk diese Macht nicht werden, weil ihm die Flotte fehlt, sondern weil ihm mit dieser der Seemannscharakter, der oceanische Geist abgeht.

Wir wollen aber hierbei nicht vergessen, daß dies auch von dem thatkräftigsten Beschlusse, und wenn alle Deutsche vom ersten bis zum letzten ihn faßten, nicht allein abhängig ist. Der Mensch, jedes Volk, ist das Produkt seiner Umgebung, zumeist seines Bodens. Die Inselnatur Großbritanniens und die kontinentale Lage Deutschlands erkennt Jeder von uns als mächtige Faktoren in der Ausprägung des beiderseitigen Volks- und Staatscharakters an. Ja wir finden in diesem Eingeständnisse, daß wir wenig oder keine Hoffnung haben, es England je gleich thun zu können, gewissermaßen die Beweisessumme für die erziehende Macht des Weltmeeres.

So greift demnach der Einfluß des Weltmeeres über seine Ufer weit hinein in die Zustände und Verhältnisse des Festlandes. Zuletzt bestimmt er den Geist und in vielen Fällen mit diesem auch die Form der Staatsverwaltung.

Wir haben schon gesehen, daß zur See der Mensch den vollen Preis seines inneren und äußeren Werthes gilt. Nichts vermag dort den Mangel der Befähigung zu ersetzen, die Autorität verliert dort ihre Geltung.

Es ist bekannt, daß bei der weitgreifenden Seeherrschaft Englands, um noch länger bei diesem stehen zu bleiben, es dort kaum ein Geschlecht giebt, sei es ein bürgerliches, sei es ein aristokratisches, in welchem nicht Ange-

hörige der Marine angehört hätten und noch angehören. Nach Beendigung der Seemannslaufbahn kehren diese in den Schoß des bürgerlichen Lebens zurück und bringen ihre seemännischen Anschauungen mit, welche sie mit der ihnen eigenen Energie zur Geltung bringen. So konnte es nicht fehlen, daß auch derjenige Engländer, der selbst nie auf einem Verdeck gestanden hat, dennoch in gewissem Sinne Seemann, das heißt, von dem freien und kühnen Geiste des Seemanns, ohne es vielleicht selbst zu fühlen, durchdrungen ist. Hierbei kann die interessante und für den auch das Gemüth bildenden Einfluß des Meeres beweisende Thatsache nicht unerwähnt bleiben, daß sich die englischen Marineoffiziere sehr vortheilhaft vor den Offizieren der Landmacht auszeichnen.

Da nun die Marine, die Handels- nicht weniger als die Kriegs-Marine, der Stützpunkt der englischen Macht ist, so ist jeder Seemann, und in der eben dargelegten Bedeutung jeder Engländer, ein Stück der englischen Volkskraft, welche sich im Bewußtsein ihrer selbst von keinerlei Belieben, möge es welche Autorität immer für sich geltend machen, Unwürdiges bieten läßt.

Mit dem Wachsen dieses Verhältnisses ist die verfassungsmäßige Freiheit des englischen Volkes gewachsen. Keines zweiten Volkes Geschichte erzählt uns, daß es seine freie Verfassung in den fürchterlichsten Stürmen aufrecht zu erhalten wußte, wie die des englischen. Und dennoch ist die englische Verfassung kein in sich abgeschlossenes Werk aus Einem Gusse, dessen Vertheidigung durch seine innere Einheit und Klarheit den Männern des Volks schon dadurch erleichtert würde, daß eben diese Einheit und Klarheit es leicht zum geistigen Eigenthum des Volkes werden ließ; wir wissen vielmehr Alle, daß sie ein buntes Haufwerk ist, von dem die 1297 festgestellte magna charta nur der Kern ist, um welchen im Laufe der Jahrhunderte von allen Seiten neue Parlamentsacte hinzugefügt wurden, wie man einem uralten, ehrwürdigen Schlosse die jüngeren Anbaue späterer Baumeister und späterer Bedürfnisse angehängt sieht. Dort wie hier widerstreiten die neuen Hinzufügungen dem ursprünglichen Werke nicht selten und es möchte einem spitzfindigen Buchstabendreher vielleicht nicht schwer werden, aus der inneren Zusammenhangslosigkeit des englischen Staatsgesetzes dynastische Vortheile zu drechseln. Es ist aber eben nicht der Buchstabe allein, sondern es ist der

Geist dieser merkwürdigen Schöpfung staatsmännischer und volksfreundlicher Weisheit, was ihr Wesen bildet. Dieser Geist aber ist der Geist der Freiheit und Selbstständigkeit des Bürgers, und dieser Bürger ist der Zögling des Weltmeeres.

---

2. Der Lehrgang des Weltmeeres.

Alexander von Humboldt beginnt im II. Band des Kosmos den Abschnitt über die „Hauptmomente einer Geschichte der physischen Weltanschauung“ mit folgendem Satze:

„Ganz in dem Sinne einer großen Weltansicht schildert Plato im Phädon die Enge des Mittelmeeres. „Wir,“ sagt er, „die wir vom Phasis bis zu den Säulen des Herkules wohnen, haben inne nur den kleinsten Theil der Erde, indem wir uns, wie um einen Sumpf Ameisen oder Frösche, um das (innere) Meer angesiedelt haben.“ Und dieses enge Becken, an dessen Rande ägyptische, phönizische und hellenische Völker zu einem hohen Glanze der Kultur erblühten, ist der Ausgangspunkt der wichtigsten Weltbegebenheiten, der Kolonisirung großer Länderstrecken von Afrika und Asien, der nautischen Unternehmungen gewesen, durch welche eine ganze westliche Erdhälfte enthüllt worden ist.“

In der Auffassung dieses Satzes ist das Mittelmeer, oder, wie es sonst auch hieß: das innere Meer, schon oft ein Kulturmeer genannt worden; und wenn wir die beiden Halbkugeln der Erde ansehen, so finden wir auch diese Gestaltungsverhältnisse der Ufer nirgends wieder wie am Mittelmeere. Nur etwa im chinesischen und japanischen Meere und im mexikanischen Meerbusen im Zusammenhang mit dem Antillenmeere finden wir etwas Aehnliches. Aber auch an den Ufern dieser Meere finden wir seit den ältesten Zeiten den Sitz einer höheren Kultur. Aber diese letzteren beiden Kulturmeere, um, wenn auch mit weit geringerer Berechtigung, auch sie jetzt einmal so zu bezeichnen, haben dennoch nicht die glückliche Gestaltung wie das Mittelmeer.

Je inniger und vielfacher die Uferberührung zwischen Meer und Land ist, desto günstiger ist das Verhältniß für den Verkehr und demnach für die Ausbreitung der Kultur. Kein Erdtheil hat im Verhältniß zu seinem Flächen-

raume so viel Küstenlinie wie Europa, und diesem gegenüber liegt in Afrika das gerade Gegentheil hiervon. Bei 168,000 deutschen Quadratmeilen Flächeninhalt hat Europa 4300 deutsche Längenmeilen Küstenausdehnung, Afrika nur 3520 auf seine 544,700 Quadratmeilen Flächenraum; also ist das Verhältniß für Europa ein vierfach günstigeres. Afrika hat wesentlich gerade und wenig aus- und eingebuchtete Küstenlinien, äußerst wenige vorliegende Inseln und nicht eine einzige weit in das Meer hinausreichende Halbinsel — es ist ein schwerfälliger, gliederloser Rumpf; eigenes Kulturleben finden wir daher zu allen Zeiten auch blos an seinem nördlichen Ufer, wo es von dem inselreichen Mittelmeer bespült wird.

Wie reich gegliedert zeigt sich dagegen Europa, namentlich an seiner Südseite, wo eine Fülle von Inseln und Halbinseln mit dem Mittelmeere um die Behauptung des Raumes wetteifert.

Humboldt, dessen oben bezeichneter Abschnitt des Kosmos uns überhaupt als Leitfaden für die folgenden Schilderungen dienen muß, hat zuerst darauf aufmerksam gemacht, daß das Mittelmeer durch zweimaliges Näherrücken der gegenüberliegenden Nord- und Südküsten eine Hinneigung zu einer Dreitheilung zeigt. Diese zwei Näherungspunkte sind von Osten her gerechnet nördlich die kleine Insel Cerigo an der Südspitze der Halbinsel Morea und südlich das vorspringende Plateau von Barca an der nordöstlichen Küste von Afrika. Dieses östliche Drittel des Mittelmeeres bildet das ägäische Meer, welches in seiner nördlichen Hälfte inselreich ist und auch die großen Inseln Cypern und Candia umschließt. Der zweite Näherungspunkt liegt zwischen Sicilien und dem afrikanischen Cap Bon. Dadurch wird der Mitteltheil begrenzt, das Syrtenbecken oder jonische Meer, in welchem Malta liegt. Es folgt alsdann westlich bis zur Straße von Gibraltar die dritte Abtheilung des Mittelmeeres: das tyrrhenische Meer mit Sardinien, Corsica, den Balearen und einigen wenigen kleinen Inseln.

C. Böttger theilt in seiner erst ganz neuerlich erschienenen Darstellung der physischen Geographie des Mittelmeeres (Das Mittelmeer. Leipzig, bei G. Mayer, 1858.) dieses blos in zwei Hälften, eine Theilung, welche allerdings tiefer geht und vollständiger ist, da zwischen Sicilien und dem Cap Bon das Mittelmeer bis auf 12 geographische Meilen eingeengt ist. Die östliche

Hälfte umfaßt hiernach das ägäische und das jonische Meer, die westliche blos das tyrrhenische.

Dieser Gliederung des Mittelmeeres kommen noch sein Zusammenhang mit dem „gastlichen Pontus" der Griechen (pontus euxinus), dem heutigen schwarzen Meere, und die nur geringe Landtrennung vom rothen Meere oder arabischen Meerbusen als bedeutungsvolle Momente hinzu: denn diese Gliederung zusammen mit dem tiefen Eindringen der hellenischen, der italischen und der hispanischen Halbinseln in die Gewässer des Mittelmeeres begünstigten in hohem Grade die Ausbreitung der Kultur in stufenweisem Vordringen, welches von dem östlichen Hintergrunde ausging und sich nach Westen bewegte.

Schon Eratosthenes rühmt nach einer Mittheilung Strabo's dem nördlichen Ufer des Mittelmeeres vor dem südlichen den Vorzug einer größeren „Vielgestaltigkeit" nach, indem Strabo an dieses Wort den Satz anknüpft: „wir beginnen mit Europa, weil es vielgestaltig und für die Veredlung der Menschen und Bürger der gedeihlichste Welttheil ist." So alt also ist bereits die Erkenntniß der Wahrheit, daß der Kulturgang des Menschengeschlechts abhängig ist von der Gestaltung des heimathlichen Bodens.

Als eine besonders einflußreiche Seite der Gestaltung des Mittelmeerbeckens hebt Humboldt außerdem noch den Umstand hervor, daß das halbinselartig in dasselbe hineinragende Kleinasien den kolossalen Landkörper Asiens mit den mittelmeerischen Gestaden in unmittelbare Verbindung bringt, eine Brücke vom Morgenland nach dem Abendlande hin ist.

Die unendliche Fülle orientalischen Lebens gelangte an seiner Westgrenze in das weiterleitende Bereich des von der Natur minder begabten, aber wegsameren Abendlandes. Der in des Ersteren Schooße gezeugte Keim wurde unter der thatkräftigen Pflege des Letzteren zur höchsten Blüthe entwickelt. Morgenland und Abendland finden im Mittelmeer ihren Berührungspunkt, auf welchem der Verkehr zwischen beiden hin und her wogt, bald im Kampf, bald im Frieden, einander bald fliehend, bald suchend, immer aber einander durchdringend, das eine vom andern empfangend.

Die ersten Wohnsitze hoher Kulturstufen finden wir in den großen Stromthälern des Nil, des Euphrat und Tigris, des Ganges und der andern großen indischen Flüsse und in China. Ihre Ufer entlang bewegte

sich die Kultur an die Gestade des Meeres, in welches sie hinaus trat durch die Strommündungen, die Ausgangspforten der Kontinente.

Die älteste große Kulturstätte, Aegypten, war eine solche an ein Stromthal gebundene; die besondere Natur des Niles und die Lage seines Bewässerungsgebietes zwischen Wüstenstrichen machen dieses Gebundensein der ägyptischen Kultur an den Lauf des Nil erklärlich. Auch das wechselvolle Nildelta und der Mangel vorliegender vermittelnder Inseln mögen das Hinausdringen ägyptischer Kultur verhindert haben.

Die Zeit, wo Aegypten bereits eine hohe Stufe staatlicher und industrieller Bildung erstiegen hatte, reicht nach Lepsius 3400 Jahre über unsere Zeitrechnung hinaus. Noch viel weiter gehen solche Berechnungen zurück, welche auf Beobachtungen fußen, die man in neuester Zeit über den Betrag der jährlichen Ablagerungen des Nilschlammes gemacht hat. Diese machen es glaublich, daß man bereits vor 14,500 Jahren in Aegypten es verstanden habe, irdene Gefäße zu brennen. Man gelangte zu dieser Annahme, welche der herkömmlichen Ziffer des Erdalters, die freilich nur dogmatischer Gläubigkeit zuzumuthen ist, arg widerspricht, auf folgende Weise. Zahlreiche Bohrungen durch alle Schlammablagerungen, welche man machte, um auf die Fundamente ihrer Gründungszeit noch bekannter Bauwerke zu gelangen, gaben eine Schätzung an die Hand, wie dick durchschnittlich die Schlammschicht sei, welche der Nil in einem Jahrhundert an einem bestimmten Orte zurücklasse. An dem Koloß, welchen Ramses II. um 1360 vor Christus erbaute, fand man eine Schlammablagerung von 9 Fuß 4 Zoll Dicke, was für das Jahrhundert eine Schlammerhöhung von allerdings nur $3\frac{1}{2}$ Zoll ergiebt. Als man dann unter der Plattform, auf welcher der Koloß steht, weitere 30 Fuß noch älteren Nilschlamms fand, stieß man an der untersten Tiefe auf Scherben von gebrannten Thongeschirren. Nach demselben Durchschnitt ergiebt also diese Gesammtablagerung ober- und unterhalb der Plattform für diese Scherben ein Alter von 14,500 Jahren. Schon 1799 wurden bei der Ausgrabung von alten Nilmessern, deren Gründungszeit bekannt ist, auf gleiche Weise Zeitmaaße gefunden, welche mit jenen neueren in Einklang stehen.

Die regelmäßigen Nilüberschwemmungen — deren mächtige Bedeutung wir ja schon darin anerkannt finden, daß ihre Kenntniß eine der wenigen

Aufgaben des kärglichsten Geschichtsunterrichtes ist — waren ohne Zweifel das Band, welches die ägyptische Kultur in das Nilthal fesselte, und zugleich die Grundlage der Priester- und Königsmacht. In seinem Innern bis zu höchster Vollendung entfaltet, scheint Aegypten nach außen nur wenig Einfluß entwickelt und nur eine unbedeutende eigene Schifffahrt gehabt zu haben. Größere Seefahrten im Interesse des Handels wurden phönizischen Schiffen anvertraut. Zur Erleichterung derselben wurde unter Ramses II. (dem Großen) der Kanal von Suez zu bauen versucht, zunächst wohl um zu den reichen Kupferminen von Wadi Magara auf der Sinai-Halbinsel zu gelangen, welche zwischen die beiden nördlichen Busen des rothen Meeres hineinragt. Dennoch sind die Aegypter auf ihren Handels- und Kriegszügen nördlich bis an den Phasis im alten Kolchis (jetzt der Rion Mingreliens, in das schwarze Meer mündend) und östlich bis über den Ganges vorgedrungen.

Wenn das ägyptische Mutterland seine Angehörigen an sich fesselte, so drängte im Gegentheil das schmale phönizische Küstenland mit seinem überall nahen Berghintergrunde die Seinigen hinaus auf das Meer zu neuen Bodenerwerbungen. Die Phönizier, im östlichen Hintergrunde des Mittelmeerbeckens wohnend, hatten einladend, zunächst nordwestlich den nahen hellenischen Archipel, das ganze Mittelmeer vor sich. Weniger den Künsten und Wissenschaften ergeben, als der sinnigere, treu seinem lebenspendenden Strome ergebene Aegypter, wurden die Phönizier ein bewegliches Handelsvolk. Sidon und Tyrus zeugen heute noch von der Größe des phönizischen Mutterlandes und Karthage, die das Mutterland an Macht überflügelnde Kolonie, wo heute Tunis liegt, Hadrumetum und das alte Utica in Nordafrika, Tartessus und Gades in Spanien von dem Umsichgreifen phönizischer Macht. Ihr Vordringen bis zu den zinnreichen britannischen Küsten und in die Bernsteinländer der Ostsee ist allbekannt. Von einigen der kanarischen Inseln und der Azoren hatten die Phönizier vielleicht erst deshalb spät Kunde und Besitz genommen, weil bei der Meerenge von Gibraltar die beständige einwärts strömende Fluth das Auslaufen in den Ocean aus dem Mittelmeere mindestens nicht begünstigt. Im persischen Meerbusen, wo die perlenreichen Baharein-Inseln liegen, hatten sie die Handelsniederlassungen Tylos und Aradus.

So wurden, von ihrem Sitze am Mittelmeere ausgehend, die ruhelosen Phönizier die eifrigen Verbreiter neuer, vorgeschrittener Weltansichten, eine Mission, zu welcher sie namentlich durch den Besitz der Buchstabenschrift, lange Zeit phönizische Zeichen genannt, der Rechenkunst und der Nachtschifffahrt, durch astronomisches Wissen, geschickt wurden. Sie waren es, welche die westlichen Gebiete des alten Erdtheiles zu den weiteren Fortschritten vorbereiteten, welche zuletzt mit der Auffindung der neuen Welt räumlich abschlossen.

Wenn auch als Seefahrer von geringer Bedeutung, müssen doch hier die Etrusker oder Tusker genannt werden, die Vorläufer der römischen Bildung An diesem Orte, in einem naturwissenschaftlichen Buche, haben sie deshalb eine besondere Bedeutung, weil ihre Kultus-Gebräuche in auffallender Weise naturwissenschaftlichen Geist athmeten, wovon Vieles in den Kultus der Römer übergegangen ist. Besonders gründeten sich die Divinationen der Priesterkaste auf sorgfältige und unausgesetzte Beobachtung der atmosphärischen Vorgänge und der Quellenläufe unter der Erdoberfläche. Diodor nennt daher die Etrusker forschende Naturkundige und Humboldt hebt am Schlusse seiner Mittheilungen über sie a. a. O. mit Nachdruck, den wir in unserer Zeit begreiflich finden, hervor, daß die etrurischen Priester „das seltene Beispiel einer Begünstigung des physikalischen Wissens dargeboten haben.“

Uebergehend zu dem einflußreichsten Kulturvolk der Vorzeit, den Griechen, können wir es uns nicht versagen, zunächst Humboldt's Worte einzuschalten, mit welchen er griechisches Wesen mit der griechischen Heimath in wirksamem Zusammenhange schildert.

„Vergessen wir nicht,“ sagt er Kosmos II. S. 10, „daß die griechische Landschaft den eigenthümlichen Reiz einer innigen Verschmelzung des Starren und Flüssigen, des mit Pflanzen geschmückten oder malerisch felsigen, luftgefärbten Ufers und des wellenschlagenden, lichtwechselnden, klangvollen Meeres darbietet. Wenn andern Völkern Meer und Land, das Erd- und Seeleben wie zwei getrennte Sphären der Natur erschienen sind, so ward dagegen den Hellenen, und nicht etwa blos den Inselbewohnern, sondern auch den Stämmen des südlichen Festlandes, fast überall gleichzeitig der Anblick dessen, was im Kontakt und durch Wechselwirkung der Elemente dem Natur-

bilde seinen Reichthum und seine erhabene Größe verleiht. Wie hätten auch jene sinnigen, glücklich gestimmten Völker nicht sollen angeregt werden von der Gestalt waldbekränzter Felsrippen an den tief eingeschnittenen Ufern des Mittelmeeres, von dem stillen nach Jahreszeit und Tagesstunden wechselnden Verkehr der Erdfläche mit den unteren Schichten des Luftkreises, von der Vertheilung der vegetabilischen Gestalten? Wie sollte in dem Zeitalter, wo die dichterische Stimmung die höchste war, sich nicht jegliche Art lebendiger sinnlicher Regung des Gemüths in idealische Anschauung auflösen? Der Grieche dachte sich die Pflanzenwelt in mehrfacher mythischer Beziehung mit den Heroen und Göttern. Diese rächten strafend eine Verletzung geheiligter Bäume und Kräuter. Die Einbildungskraft belebte gleichsam die vegetabilischen Gestalten; aber die Formen der Dichtungsarten, auf welche bei der Eigenthümlichkeit griechischer Geistesentwickelung das Alterthum sich beschränkte, gestatteten dem naturbeschreibenden Theile nur eine mäßige Entfaltung."

Diese Worte sind es, Worte des tiefsten Verständnisses der Bedeutung der Heimath für den Menschen, auf welche ihr Urheber sich nachher (S. 173) in dem Abschnitte des Kosmos, den wir hier immer vor Augen haben, bezieht.

„War dem Charakter der griechischen Landschaft der eigenthümliche Reiz einer innigen Verschmelzung des Festen und Flüssigen gegeben, so mußte die Gliederung der Länderform, welche diese Verschmelzung begründet, auch früh die Griechen zu Schifffahrt, zu thätigem Handelsverkehr und zu der Berührung mit Fremden anreizen. Auf die Seeherrschaft der Kreter und Rhodier folgten die, freilich anfangs auf Menschenraub und Plünderung gerichteten Expeditionen der Samier, Phocäer, Taphier und Thesproten. Die Hesiodische Abneigung gegen das Seeleben bezeugt wohl nur eine individuelle Ansicht oder die schüchterne Unkunde in der Nautik bei anfangender Gesittung im Festlande von Hellas. Dagegen haben die ältesten Sagengeschichten und Mythen Bezug auf weite Wanderungen, auf eine weite Schifffahrt, etwa als erfreue sich die jugendliche Phantasie des Menschengeschlechts an dem Kontraste zwischen den idealen Schöpfungen und einer beschränkten Wirklichkeit; so die Züge des Dionysus und Herkules (Malkarth im Tempel zu Gadeira), die Wanderung der Io, des oft wiedererstandenen Aristeas, des hyperboreischen Wundermannes Abaris, in dessen leitendem Pfeile man

einen Kompaß zu erkennen gewähnt hat. In solchen Wanderungen spiegeln sich gegenseitig Begebenheiten und alte Weltansichten; ja die fortschreitende Veränderlichkeit der letzteren wirkt auf das Mythisch-Geschichtliche zurück. In den Irrfahrten der von Troja zurückkehrenden Helden ließ Aristonikus den Menelaus selbst Afrika mehr denn 500 Jahre vor Neko umschiffen und von Gadeira (dem jetzigen Cadix) nach Indien segeln."

Stehen auch die Karthager an Umfang des Gebietes, in welchem sie ihre Kolonien gründeten und welches vom persischen Meerbusen bis an die afrikanische Westküste reichte, über den Griechen, so werden sie doch von diesen an geistiger Bildung und schöpferischem Kunstsinn weit übertroffen, und mit Recht hebt es Humboldt ganz besonders hervor, daß „die Individualität und uralte Verschiedenheit" der zahlreichen griechischen Stämme eine große Manchfaltigkeit der Ideen und Anschauungen bedingte, welche sich auf die Kolonien übertrug und so in weitem Umkreise in den verschiedensten Formen und Wirkungen sich befruchtend äußerte.

Neben den westlichen und östlichen Kolonien der Griechen drang ihr Einfluß mit einer seltenen Beharrlichkeit, welche in der Mythe vom Argonautenzuge verherrlicht wird, auch nach den mehr nördlich und nordöstlich gelegenen Gebieten vor, die pontischen Länder der Kultur zu gewinnen und so die von den Phöniziern begonnene Propaganda fortzusetzen, welche sich vor den Griechen nur in vereinzelten phönizischen Schiffen in den Pontus euxinus gewagt hatten. Der Mäotische See (Asow'sche Meer) leitete die Griechen in das mythische Land der Hyperboreer, wo jetzt „die Kirghisenhorde weidet." So wurden die Griechen zu Erfindern des Kolonial-Systems, zu Gründern von Stationen für die das Erdenrund durchwandernde Bildung und Menschenverbrüderung. „Kein Volk der alten Welt," sagt Humboldt, „hat zahlreichere und in der Mehrzahl mächtigere Pflanzstädte dargeboten, als die Hellenen." Der heitere Kultus, den Schiller in seinen „Göttern Griechenlands" feiert, war das einigende Band, was die Kolonien geistig an das Mutterland knüpfte. Das Griechenthum zeigte sich von einer sieghaften und allumfassenden Kraft und wer möchte es leugnen, daß heute noch griechisches Blut durch die geistigen Adern unserer Wissenschaft strömt?

Coläus von Samos setzte der ahnungsvollen Vorbereitung zu dem westlichen Drange späterer Seefahrer die Krone auf, öffnete diesem Drange die

Pforte, die den Karthagern schon Jahrhunderte lang offen gewesen war, die Pforten der Säulen des Herkules, die Gabeirische Pforte, wie Pindar sie nennt, die Straße von Gibraltar. Auf einem Wege nach Aegypten wurde Coläus durch anhaltende Oststürme „nicht ohne göttliche Schickung", wie Herodot bedeutsam sagt, hinaus getrieben in das Reich des freien, mächtigen Oceans. Wie ein Grieche zum zweitenmale selbstständig diese unfreiwillige Entdeckung machte, so war sie selbst der vermittelnde Keim zu einer andern zweiten Entdeckung, zu der Entdeckung von Amerika durch Columbus, die 500 Jahre vor diesem auf dem Nordwege schon einmal gemacht, aber wieder verloren gegangen war, eine Entdeckung, deren Gedanke schon in Strabo (um Christi Geburt) schlummerte, denn dieser sagt in seinem noch erhaltenen geographischen Werke, „daß zwischen den Küsten des westlichen Europa und des östlichen Asien mehrere andere bewohnte Ländermassen liegen könnten."

Der umfassende, schöpferische Geist, welcher in Alexander von Humboldt zum zweitenmale die Bühne der lebendigen Wissenschaft betrat, Aristoteles, äußerte in den Thaten seines Schülers Alexanders des Großen auf die Weiterentwicklung der Kultur einen mächtigen Einfluß. Griechische Bildung vergeistigte die Heerzüge der Macedonier, welchen die voraufgegangenen Kolonisirungen der Phönizier und Karthager, der Etrusker und Griechen die Wege geebnet und die Stätten bereitet hatten. In den macedonischen Eroberungen spricht sich nicht blos ein Anstreben der Weltbeherrschung aus, sondern dieses Streben ist geadelt durch das überall hindurchleuchtende Ziel, die staatliche Einheit durch geistige Einheit und zwar durch griechische Bildung zu festigen. Die weise Schonung der nationalen Eigenthümlichkeiten der eroberten Gebiete, die Auswahl der Punkte zur Gründung neuer Städte unter Anordnung selbstständiger Verwaltung ihres Gemeinwesens Alles deutet auf einen tief und umsichtig angelegten Plan des nicht blos kühnen, sondern weltweisen Eroberers. Wenn es keinem Zweifel unterliegt, daß aristotelischer Geist die Züge Alexanders belebte, so dient ein Ausspruch des Aristoteles dazu, den Eroberer in das Licht eines richtigen Verständnisses zu setzen Dieser Ausspruch, der in seinen beiden Theilen die Beherzigung Deutschlands verdient, lautet: „Den asiatischen Völkern fehlt es nicht an Thätigkeit des Geistes und Kunstgeschicklichkeit,

doch muthlos leben sie in Unterwürfigkeit und Knechtschaft, während die Hellenen, kräftig und regsam, in Freiheit lebend und deshalb gut verwaltet, wären sie zu einem Staate vereinigt, alle Barbaren beherrschen könnten." Der Satz ist hier genau so wiedergegeben, wie ihn Humboldt mittheilt, und er ist so zugleich ohne Zweifel als ein patriotischer Ausspruch unseres deutschen Aristoteles zu betrachten, indem er gleich darauf hinzufügt, daß der stagyritische Aristoteles „das Widernatürliche des unumschränkten Königthums (Pambasileia)" nicht begreifen konnte.

Bei diesem Punkte unserer Betrachtung des Lehrganges des Weltmeeres können wir einen Ausspruch unseres Humboldt nicht unerwähnt lassen. Indem er von dem bildenden Einfluß der macedonischen Züge spricht, sagt er: „in keiner anderen Zeitepoche (die achtzehn und ein halbes Jahrhundert später erfolgende Begebenheit der Entdeckung und Aufschließung des tropischen Amerika's ausgenommen) ist auf einmal einem Theile des Menschengeschlechts eine reichere Fülle neuer Naturansichten, ein größeres Material zur Begründung der physischen Erdkenntniß und des vergleichenden ethnologischen Studiums dargeboten worden." Liegt nicht in diesen Worten eine unbewußte Selbstwürdigung des großen Mannes? Denn Niemand als Humboldt selbst im Vereine mit seinem geliebten Freunde Aimé Bonpland ist der geistige Entdecker „des tropischen Amerika's". Er war es, der jene Schätze hob, der durch sie unsere heutige Weltanschauung begründete, wie damals Aristoteles die seiner Zeit.

Im Besitze des vollsten Verständnisses der Zeiten und der Thaten Alexanders des Großen und des Aristoteles durfte Humboldt wohl es aussprechen: „die macedonische Expedition, welche einen großen und schönen Theil der Erde dem Einflusse eines einzigen und dazu eines so hochgebildeten Volkes eröffnete, kann demnach im eigentlichen Sinne des Wortes als eine wissenschaftliche Expedition betrachtet werden: ja als die erste, in der ein Eroberer sich mit Gelehrten aus allen Fächern des Wissens, mit Naturforschern, Landmessern, Geschichtschreibern, Philosophen und Künstlern umgeben hatte."

Von den wissenschaftlichen Eroberungen der „Expedition" Alexanders ist namentlich die Vervollkommnung der Sternkunde hervorzuheben. Dabei aber beklagt es Humboldt, daß Alexander noch nicht tief genug in Indien

vordrang, um den Griechen das „herrliche indische Zahlensystem, in dem die wenigen Zeichen ihren Werth durch bloße Stellung erlangen," zu bringen, was erst dem Seleucus Nikator, dem Gründer des großen Seleuciden-Reichs, vorbehalten war.

Die von Alexander dem Großen in seinem weiten Reiche gelegten Keime entfalteten sich nach dem Untergange des macedonischen Reiches, namentlich in dem mehr dem Landverkehr zugewendeten Reiche der Seleuciden und dem meerbeherrschenden der Ptolemäer, in welchem letzteren die Alexandrinische Schule ein Sammelpunkt für die Wissenschaft der damaligen Welt war, wenn auch dadurch eine gewisse starre Gebundenheit des Forschens durch das Zusammenleben der Forscher hervorging, bis zuletzt der römische Kaiser Hadrian seinen Lehrer Vestinus zum Hohenpriester und zugleich Vorsteher des Museums bestellte, „zu einer Art von Kultusminister und zum Präsidenten der Akademie," wie Humboldt in treffendem Scherz bemerkt.

In diesem langen Zeitraume war die schon den Phöniziern nicht fremd gewesene Kenntniß der Monsuns allgemeiner geworden, jener regelmäßig wechselnden Winde, welche die Beschiffung der indischen Meere so wesentlich erleichterte, wie auf der andern Seite die erstarkende Schifffahrt sich immer kühner durch die gaditanische Pforte hinaus in den atlantischen Ocean wagte.

Aber immer noch waren bisher die das Mittelmeer rings umfassenden Kulturblüthen noch kein zusammenhängender Kranz gewesen. Erst mit der Aufrichtung des römischen Weltreiches trat dieser wichtige Wendepunkt ein. Griechische Bildung und römisches Einheitsbestreben verschmolzen zu der Jahrtausende überdauernden Grundlage, auf welcher heute noch die Bildung und Gesittung unserer Tage ruht. Jahrhunderte der finstersten Glaubensstreitigkeiten vermochten nicht, die treibende Kraft zu ersticken, welche von jener großen Zeit her in den europäischen Völkerfamilien lebt und aus den Händen der Gläubigkeit, welche ihre Berechtigung verliert, sobald sie gebietend nach außen tritt, das Recht der Forschung gerettet, ja dieses Recht zu einer immer mehr anerkannten Pflicht gemacht hat.

Es war nicht sowohl die Größe und Macht des Römerreichs, was ihm seinen weltgeschichtlichen Einfluß verschaffte, als vielmehr die geogra-

phischen und physischen Vorzüge seines Gebietes, dessen Mittelpunkt das „innere Meer" war.

Dennoch hat die ganze Zeit der Römerherrschaft auf dem Gebiete der Naturwissenschaft nur wenig große Männer hervorgebracht und diese wenigen waren sämmtlich griechischer Abkunft. Die gewaltige Stärke des römischen Charakters und eine lange bewährte Sittenstrenge waren es mehr als römischer Geist, was so Großes schuf, und der Römer Verdienst war mehr nur in dem einheitlichen Zusammenfassen vereinzelter Bildungsheerde begründet, bis zuletzt ein so großer Staatenkörper nur noch durch tyrannische Gewalt zusammenzuhalten war und daher naturnothwendig bald in seine ungleichartigen Theile zerfiel.

An den Sturz der römischen Weltherrschaft und an die Einführung des Christenthums knüpft Humboldt folgende Gedanken, die ich hier um so mehr wörtlich anführen zu müssen glaube, als in ihnen eben so die keinerlei Nebenrücksichten nehmende, mit Milde gepaarte Geradheit seiner Lehre sich grundsätzlich, wenn auch ungesucht, ausspricht, wie zugleich in ihnen ein sittlicher Schild liegt gegen die dummen Verketzerungen blinden Glaubenseifers.

„Aeußere Mittel des Zwanges, kunstreiche Staatsverfassungen, eine lange Gewohnheit der Knechtschaft konnten freilich einigen, sie konnten das vereinzelte Dasein der Völker aufheben; aber das Gefühl von der Gemeinschaft und Einheit des ganzen Menschengeschlechts, von der gleichen Berechtigung aller Theile desselben hat einen edleren Ursprung. Es ist in den inneren Antrieben des Gemüthes und religiöser Ueberzeugung gegründet. Das Christenthum hat hauptsächlich dazu beigetragen, den Begriff der Einheit des Menschengeschlechts hervorzurufen; es hat dadurch auf die „Vermenschlichung" der Völker in ihren Sitten und Einrichtungen wohlthätig gewirkt. Tief mit den frühesten christlichen Dogmen verwebt, hat der Begriff der Humanität sich aber nur langsam Geltung verschaffen können, da zu der Zeit, als der neue Glaube aus politischen Motiven in Byzanz zur Staatsreligion erhoben wurde, die Anhänger desselben bereits in elenden Parteistreit verwickelt, der ferne Verkehr der Völker gehemmt und die Fundamente des Reichs mannigfach durch äußere Angriffe erschüttert waren. Selbst die persönliche Freiheit ganzer Menschenklassen hat lange in den christ-

lichen Staaten bei geistlichen Grundbesitzern und Corporationen keinen Schutz gefunden."

„Solche unnatürliche Hemmungen und viele andere, welche dem geistigen Fortschreiten der Menschheit wie der Veredlung des gesellschaftlichen Zustandes im Wege stehen, werden allmälig verschwinden. Das Princip der individuellen und der politischen Freiheit ist in der unvertilgbaren Ueberzeugung gewurzelt von der gleichen Berechtigung des einigen Menschengeschlechts. So tritt dieses, wie schon an einem andern Orte gesagt worden ist, „als Ein großer verbrüderter Stamm, als ein zur Erreichung Eines Zweckes (der freien Entwickelung innerlicher Kraft) bestehendes Ganzes auf. Diese Betrachtung der Humanität, des bald gehemmten, bald mächtig fortschreitenden Strebens nach derselben (keineswegs die Erfindung einer neueren Zeit!), gehört durch die Allgemeinheit ihrer Richtung recht eigentlich zu dem, was das kosmische Leben erhöht und begeistigt. In der Schilderung einer großen welthistorischen Epoche, der der Herrschaft der Römer, ihrer Gesetzgebung und der Entstehung des Christenthums, mußte vor allem daran erinnert werden, wie dieselbe die Ansichten des Menschengeschlechts erweitert und einen milden, langdauernden, wenngleich langsam wirkenden Einfluß auf Intelligenz und Gesittung ausgeübt hat."

Nachdem wir bis hierher die ägyptische, phönizische, griechische, etrurische und römische Kultur in mehr und mehr zunehmendem Umfange, vom Mittelmeer ausgehend über den Pontus, über das rothe Meer und die südasiatischen Gewässer und hinaus durch die Straße von Gades nördlich und südlich vordringen sahen und dabei die Kultur immer bestimmter den Charakter einer europäischen annahm, mischt sich nun nach dem Untergange des Römerreichs eine fremde Nationalität in die europäische Völkerfamilie: die arabische. Die Araber, von der westlichsten der drei asiatischen Halbinseln kommend, hatten sich an der Kultur ihrer Nachbarländer, namentlich Griechenlands, zu der Mission herangebildet, welche ihr der Genius der Menschheit vorgezeichnet zu haben schien den europäischen Boden von der Barbarei zu säubern, welche der große nordöstliche Völkerstrom über die Ruinen der römischen Herrschaft geschwemmt hatte.

Die Einmischung der Araber in den Kulturgang des Menschengeschlechts, soweit dieses den fruchtbaren Kulturheerd, den Knotenpunkt dreier Erdtheile,

bewohnte, begann schon sehr frühe, indem jetzt fast allgemein angenommen wird, daß die Hyksos, welche um 2200 v. Chr. das alte Reich Aegyptens umgestalteten, arabischer Abkunft waren.

Als Hirtenvolk, was sie früher gewesen waren, brachten die Araber die volle, an der Betrachtung der Natur geübte, Empfänglichkeit mit und bemächtigten sich schnell der Bildung ihrer neuen Wohnsitze. Diese glückliche Verschmelzung eigener Fassungskraft und fremden Wissens gestaltete in den Arabern eine Geistesrichtung, welche die großen Fortschritte, die sich zuletzt an ihre Vertreibung aus Spanien anreiheten, vorbereitete. Sie wurden die Gründer der Naturwissenschaft in derjenigen Bedeutung des Wortes, in welcher dieselbe sich nicht blos auf das Beobachten und Erforschen des von der Natur Gegebenen beschränkt, sondern den in diesem waltenden Gesetzen und Kräften nachforscht, experimentirt. Astronomie, Mathematik, Chemie, Physik und Arzneimittellehre erhoben die Araber zu Wissenschaften, die in öffentlichen Anstalten gepflegt wurden. Namentlich war es aber auch die Erdkunde, welche durch die Araber ausgebildet und auf die große Bereicherung vorbereitet wurde, welche ihr so nahe nach ihnen bevorstand.

Diese gedrängte Skizze, bei welcher uns die unvergleichliche Arbeit Humboldt's (Kosmos II. S. 151—265) leitete, sollte uns auf die große Bedeutung aufmerksam machen, welche, unter wesentlicher Betheiligung des Mittelmeeres und der nur wenig davon getrennten nach Ost, Nordost und Südost liegenden Meeresflächen, die von diesen bespülten Ländergebiete auf den Kulturgang des Menschengeschlechts hatten und welche wir deshalb eben als einen Kulturheerd bezeichnen durften. Wenn auf einer Kugeloberfläche sich kein Punkt vor dem andern auszeichnen läßt, so kann der eben bezeichnete Punkt der Erdkugel doch als ein Kulturmittelpunkt hervorgehoben werden.

Dieser Punkt hatte bis zu der Zeitepoche, wo unsere Betrachtung in diesem Augenblicke steht, wenn er auch als ein Ausgangspunkt bezeichnet werden kann, doch immer auch zugleich eine Anziehung zu sich, ein Wiederzurücklaufen der von ihm ausgehenden Strahlen gezeigt. Erst nachdem dieser lange Zeitraum des Selbstgenügens, der Erstarkung im Innern eine Gewähr

verheißende Dauer erlangt hatte, durfte und konnte der Natur der Dinge nach das Streben mehr nach außen gerichtet werden. Es zeigt sich daher nun in allen menschlichen Bestrebungen des merkwürdigen fünfzehnten Jahrhunderts eine unverkennbare Richtung nach der freien Ferne, nach selbstständiger Ausdehnung und Verbreitung. Dieses Vorwärtsdringen sowohl in räumlicher als in geistiger Beziehung, mehr und einflußreicher jedoch in ersterer, bereicherte in kürzester Zeit die Menschheit mit einer Fülle von Wissensgegenständen, wie sie weder vorher noch nachher so auf einmal ihr geboten worden ist. Nur die Alexanderzüge haben etwas annähernd Aehnliches geleistet. Nicht blos die westliche Erdhälfte wurde in diesem Zeitabschnitte für das menschliche Wissen erobert, sondern auch die südliche Halbkugel durch Umschiffung des Cap der guten Hoffnung umfassender erforscht und damit zugleich der Sternkunde der ganze südliche Himmel aufgeschlossen.

So große Umwälzungen im Gebiete des menschlichen Wissens konnten nur dadurch zu einem so schnell Früchte zeitigenden Gedeihen geführt werden, daß ihnen eine lange Zeit der fruchtbarsten Vorbereitung vorausgegangen war.

Der Schwerpunkt dieses Zeitabschnittes und zugleich von allen die folgenreichste That des erziehenden Weltmeeres ist die Wiederauffindung des großen, meridianartig von Pol zu Pol sich hinstreckenden Kontinentes durch Columbus. Denn in mehr als einer Hinsicht darf des beharrlichen Genuesers Fund keine Entdeckung genannt werden, einmal deshalb nicht, weil die Entdeckung schon 500 Jahre vor ihm gemacht war, und dann deshalb nicht, weil er nicht nur selbst seinen Fund nicht für einen neu entdeckten Erdtheil hielt, sondern sogar seine Begleiter einen Eid schwören ließ, daß auch sie ihn nicht für einen solchen hielten.

Mit der Größe des Ereignisses steht es in Einklang, daß ihm eine Menge der bedeutungsvollsten und sonderbarsten Nebenumstände zur Seite stehen.

Vor des Columbus Westfahrt gingen die Portugiesen, die damals, kühn und unternehmend, nicht ahnen ließen, daß sie einst tief unter den Nullpunkt politischer Größe und Macht herabsinken würden, mit nicht zu ermüdender Beharrlichkeit südwärts, um auf einem Wege um Afrika herum in die indischen Gewässer zu dringen und mit den dort gebietenden venetianischen

Handelsschiffen den Wettstreit zu eröffnen. Erst nach langen und mehrmals erneuerten vergeblichen Kämpfen mit dem sturmvollen Meere gelang es ihnen, das Cap Bojador zu umschiffen, und nach vierundsiebenzigjährigem Ringen (1412—1486) endlich erreichte Bartholomäus Diaz das Cabo tormentoso, welches der die Hoffnung nicht aufgebende König Johann II. von Portugal in das Kap der guten Hoffnung umtaufte, obgleich erst 1498 Vasco de Gama es umsegelte, angefeuert durch die bereits ganz Europa in Aufregung bringenden Berichte von den Entdeckungen des Columbus.

Unter den sonderbaren Nebenumständen, welche die Entdeckung Amerika's durch Columbus begleiteten, ist es gewiß keiner der unbedeutendsten, daß die bereits um das Jahr 1000 unserer Zeitrechnung gemachte gleiche Entdeckung, die lange Zeit eine vielfältige Verbindung zwischen Europa und dem neuen Erdtheil zur Folge gehabt hat, zu des Columbus Zeiten so vollkommen wieder aus dem Gedächtniß verloren gegangen sein konnte, daß nicht einmal Columbus selbst, der sich doch auf diese Entdeckung vorbereitete, an dem Orte etwas davon hörte, von wo jene gemacht worden war. Dennoch liegt die unschwere Erklärung dieser Thatsache darin, daß die ersten Entdecker des amerikanischen Festlandes dieses nicht gesucht hatten, sondern, durch Sturm verschlagen, nach Island und von da allmälig über Grönland nach dem neuen Lande geführt wurden, daß die Entdecker nicht auf der Höhe der Gesittung ihrer Zeit stehende Südländer waren, sondern rauhe, kriegerische Normannen, und endlich, daß das entdeckte Land nicht das glückliche Centralamerika, sondern das karge, kalte Gestade Nordamerikas war. In der zweiten Hälfte des neunten Jahrhunderts hatte der Norweger Naddod nach den schon von den Isländern besuchten Färöer Inseln schiffen wollen, wurde aber durch Sturm nach Island, von ihm Snjoland (Schneeland) getauft, verschlagen, wo Ingolf 875 die erste normännische Ansiedelung gründete. Nach hundert Jahren (983) dehnte sich diese nach dem schon viel früher gesehenen Grönland aus und es dauerte noch lange, ehe man vollends hinüber drang an die nicht mehr ferne Küste von Amerika, die man Winland nannte, weil ein Deutscher, Namens Tyrker, wilde Weinreben daselbst fand. Noch im Jahre 1347, also noch nicht anderthalbhundert Jahre vor Columbus' Entdeckungsfahrt, wurde ein normännisches Schiff nach Winland geschickt, um Bauholz zu holen; und als Columbus im Februar

1477 Island besuchte, wußte dort Niemand mehr etwas von dem westlichen Erdtheile zu erzählen, obgleich er damals schon seit Jahren mit seinem Plane umging; war man selbst bis 1517 durch nichts wieder daran erinnert worden, denn wäre man dies, so hätte man es in dem Proceß gegen Columbus sicher geltend gemacht, in welchem man diesem die Ehre der ersten Entdeckung streitig machen wollte. Und selbst wenn man annehmen wollte, daß Columbus in Island dennoch eine graue Kunde von dem wieder aufgegebenen Winlande ergattert habe, so würde es alsdann schwer begreiflich sein, weshalb er nachher in südwestlicher und nicht vielmehr in nordwestlicher Richtung aussteuerte.

So leitete also nichts des Columbus Kiel, als er am 3. August 1492 den Hafen von Palo verließ, nichts als seine felsenfeste Erwartung, daß er in westlicher Fahrt nach Asien kommen, „den Osten durch den Westen suchen" müsse. Und als er sein Ziel erreicht hatte, blieb er auch bis zu seinem Tode der Ueberzeugung treu, daß er in Cuba einen Theil des asiatischen Festlandes betreten habe, von wo aus man in westlicher Richtung zu Fuß nach Spanien zurückkehren könne. Er war dies in so hohem Grade, daß er am 12. Juni 1494 die ganze Mannschaft seines Geschwaders einen Eid auf diese Ansicht ablegen ließ, mit dem Bedeuten, daß Diejenigen, welche jemals das Gegentheil zu behaupten wagten, dies als Meineidige mit 100 Stockschlägen und dem Ausreißen der Zunge büßen sollten.

Man kann hier eine Frage aufwerfen und hat sie auch schon aufgeworfen, die, wenn auch vollkommen müßig, doch zu lehrreichen Betrachtungen anregend ist, die Frage: welche Folgen für den Gang des Schicksals und der Bildung der alten wie der neuen Welt es gehabt haben würde, wenn Columbus nicht kurz vor dem Ende seiner Fahrt durch Martin Alonso Pinzon beredet worden wäre, von seiner strengen Westrichtung abzuweichen und mehr südwestlich steuern zu lassen. Der rein westliche Cours mußte das kleine Geschwader in den Golf von Mexiko führen, wo es wahrscheinlich dem Zuge des mächtigen Golfstromes anheimgefallen und nach Florida und so zur Entdeckung von Nordamerika geführt worden sein würde. Dann wäre anstatt einer protestantisch-englischen Bevölkerung, die bald darauf vom Norden der neuen Welt Besitz nahm, frühzeitig eine katholisch-spanische Bevölkerung nach dem Gebiete der heutigen vereinigten Staaten von Nord-

amerika gekommen. Und was war es, was diesen so folgenreichen Wendepunkt der Weltgeschichte herbeiführte? Ein Schwarm von Papageien, welchen Pinzon allein gesehen hatte, und welcher auf Landnähe in mehr südlicher Richtung deutete. Er sagte aber zu Columbus, es sei ihm „als habe sein Herz es ihm eingegeben," daß sie anders steuern müßten; und der schwärmerische Columbus gab diesem Zuge des Herzens nach.

Die prächtigen Vögel waren die Sendboten des Menschengeschickes gewesen, welche den kühnen Seefahrer am Ende in die tropische Zweigbahn seiner langen Fahrt lockten, wo die Loose für die gewaltige Umgestaltung der alten Welt lagen, während diese offenbar weit minder einschneidend geworden sein würde, wenn Columbus in die gemäßigtere Natur Nordamerika's geführt worden wäre. So lenkte der sanfte Flügelschlag eines Vogels zunächst das Geschick eines halben Erdtheils in seine feste Bahn und war auch die Veranlassung zu der fieberhaften Aufregung, welche in Folge der Ausbeutung der reichbegabten neuen Länder die alte Welt ergriff und welche dem ganzen Streben dieser letzteren eine neue Richtung gab.

Mit der Entdeckung „der neuen Welt" entfaltete das Weltmeer die ganze Fülle seiner erziehenden Macht, die es bis auf den heutigen Tag behauptet. Christoph Columbus, sein eifriger „Helfer", wie man in Süddeutschland treffend die Unterlehrer nennt, erntete von den Menschen reichen Undank und ließ sich die Ketten, in die man ihn geschlagen hatte, mit in sein Grab legen, wohl um sie drüben vor seinem Weltenrichter sprechen zu lassen, vielleicht auch um der Nachwelt die Schamröthe zu ersparen, die der Anblick dieser Ketten bis zum Ende der Tage ihr abgenöthigt haben müßte.

Von jenem weltgeschichtlichen 12. October bis heute liegt auf der Bahn des menschlichen Bildungsganges eine unermeßliche Fülle von neu erworbenem Wissen und diese Bahn ist zu einem großen Theile die pfadlose Fläche des Weltmeers. Mit jedem Tage verminderte sich die menschliche Scheu vor dem „treulosen Elemente", bis endlich in unseren Tagen die größte Seereise mit derselben Gemüthsruhe beschlossen wird, wie eine kürzere Landreise.

Wir wissen nicht, oder denken wenigstens selten daran, wieviel von den Segnungen unseres Kulturzustandes auf Rechnung des Weltmeeres zu schreiben ist. Treten wir an die Küste, so liegt es vor uns, spiegelglatt

oder in aufgeregtem Wellenkampfe. Staunend ob seiner stillen Majestät oder bebend vor seiner vernichtenden Allgewalt ruht auf ihm unser Blick, aber beide Gefühle, groß und des Gegenstandes würdig, lassen das dritte, würdigste, das Dankesgefühl, nicht aufkommen.

Das Vorstehende wollte es versuchen, diesem Gefühle Bahn zu brechen.

Es bleibt uns noch ein kurzer Ueberblick übrig über den Gang der Unternehmungen und Leistungen der Schifffahrt bis in die Gegenwart herab, in welcher wir nun alle ein folgsames Eingehen in die Aufforderungen des gewaltigen Lehrmeisters erblicken.

Nachdem lange Zeit alle Hindernisse der Zaghaftigkeit und Unschlüssigkeit, der Hofintriguen und des eingebildeten Besserwissens in den Weg des kühnen Seemanns gewälzt worden waren und dessen alle diese Leiden über sich nehmende Beharrlichkeit doch nicht zu ermüden gewesen war; nachdem endlich die Kunde von dem glänzenden Gelingen des verlachten Planes über Europa flog — da zuckte es durch die goldgierigen und goldbedürftigen Kabinette und jedes wollte ernten, wo Niemand gesäet hatte. Ueber Nacht war den wasserscheuen Festlandskindern der kecke Seemannsmuth gewachsen und jeder Herabgekommene hoffte sein Glück aufs Neue zu begründen.

Nachdem man die Ueberzeugung hatte gewinnen müssen, daß das entdeckte Land nicht das von Columbus auf westlichem Wege gesuchte Asien sei, und nachdem man nordwärts und südwärts an seinen Küsten vorgedrungen und überall vergeblich eine Durchfahrt zu westlicher Fortsetzung der Entdeckungen gesucht hatte, obgleich Vasco Nunez de Balboa am 25. September 1513 von der Sierra de Quarequa auf der Landenge von Panama die Südsee erblickte — so mußte dies schon frühzeitig zur Lösung eines Problems anreizen, welches, nachdem es in neuester Zeit endlich wirklich gelöst worden ist, sich erfolglos erwiesen hat: die Auffindung einer nordwestlichen Durchfahrt.

Hier ist eben, wie so oft im Menschenleben, auch das lange Ringen nach einem zuletzt sich werthlos erweisenden Ziele nützlicher gewesen als das Ziel selbst, und mußte sein eigener Lohn sein.

Was nordwärts nicht gelang, glückte im Süden am 27. November 1520 **Magellan**, wo dieser durch die nach ihm benannte Straße, die Südspitze Amerika's umschiffend, in die Südsee vordrang und von Südost

nach Nordwest in einer Strecke von mehr als dritthalbtausend geographischen Meilen den großen Ocean durchsegelte, bis er die Philippinen und Marianen entdeckte. Zwei Jahre nachdem Magellan auf der philippinischen Insel Zebu ermordet worden war, vollendete Sebastian de Elcano die erste Erdumsegelung und erhielt, nur zum Schlußtheile verdient, als Wappen einen Erdglobus mit der ruhmvollen Inschrift: primus circumdedisti me (Du hast mich zuerst umfangen).

Mit diesem Gelingen der ersten Erdumsegelung war eine neue Zeit des Seeverkehrs angebrochen und mit Riesenschritten eilte von da an nach allen Seiten die Kultur über den Erdkreis. Nicht aber war es die Absicht jener kühnen Seefahrer, die Kultur zu verbreiten; die ruhelose Sucht, an Gold und Spezereien reiche Länder zu finden, war die treibende Kraft und der überall ebene Pfad des Weltmeeres war der Vermittler, aber das Ergebniß war und blieb zuletzt doch die Ausbreitung der Bildung und Erweiterung der Anschauungen.

An den eben genannten folgenreichen ersten Schritt reiheten sich nun in reißend schneller Folge andere, welche auf den betretenen Stellen der Erde ihre Spuren zurückließen. Als solche möchte ich nämlich jene ruhig beobachtenden Männer bezeichnen, welche in den neuen Ländern sich seßhaft machten, sammelten, beobachteten, beschrieben und so die Helden der naturwissenschaftlichen Propaganda wurden.

Weit mehr als auf dem Festlande sehen wir auf den zahllosen Inseln und mächtigen Halbinseln der neu beschifften Meere die Mächte einander verdrängen und ihre Besitze wechseln, siegen und erobern, unterliegen und verlieren Wir dürfen nur, um dies bestätigt zu finden, an die einst zur See herrschend gewesenen Portugiesen, Holländer, Spanier denken, von denen nur die beharrlichen, schmiegsamen Holländer einen zu ihrem kleinen Mutterlande unverhältnißmäßig großen Kolonialbesitz sich zu erhalten gewußt haben.

Dieses Wechseln der politischen Macht, dieses Steigen und Fallen, dieses ewige Ringen der alten europäischen Kulturvölker, dessen Kampfplatz das Weltmeer war, mußte nothwendig ihre Bürger zu Theilnahme manchfachster Art aufregen und so deren Gesichtskreise mächtig erweitern und ihr Streben vervielfältigen.

Mit der Beschleunigung der Entdeckerschritte muß sich auch der Schritt unserer Betrachtung beschleunigen und es bleibt uns kaum der Raum zur Nennung der Namen, welche von nun an auf dem weiten Schauplatze des Weltmeeres einer über den andern hervorragen, so wie ihrer Thaten auf allen denjenigen Gebieten des Wissens, welche die Natur der neu entdeckten Länder- und Meeresflächen als Grundlage haben.

Unser Gedächtniß, dem wir die Namen der sich von nun an immer zahlreicher zu dem Meereswettkampfe drängenden Männer dankbar einprägen wollen, wird wesentlich unterstützt, wenn wir die Namen auf den Erdkarten durchgehen. Leider finden wir hier die Namen des Columbus, Vasco de Gama und Sebastian Cobet nur sehr kümmerlich bedacht, aber hinsichtlich des ersten weist Humboldt nach, daß nur Zufall, nicht Neid und Gehässigkeit, dem neuen Erdtheile den Namen seines Entdeckers vorenthalten hat. Mendana, Drake, Davis, Torres, Tasman, Hudson, Baffin, Dampier, Behring, Cook, Flinder, Franklin, Vancouver, La Peirouse und viele andere Namen von Entdeckern finden wir auf den Karten verewigt. Von allen diesen und überhaupt von allen auf Entdeckung ausgegangenen Seefahrern hat aber Keiner für die Erweiterung der geographischen Kenntnisse so viel geleistet, als James Cook, der von einem Pole bis zum anderen zahllose Entdeckungen gemacht hat. Es ist vielleicht bezeichnend für die Laufbahn unseres größten Forschers, Alexander von Humboldt, daß Georg Forster, der ihn in seine Forscherlaufbahn einführte, sich auf der dritten Erdumsegelung des nicht blos kühnen und unermüdlichen, sondern gründlich gebildeten Cook zu Humboldt's Leitstern ausbilden konnte.

Wie sehr in neuerer und neuester Zeit das „pfadlose Meer“ aufgehört hat, dieses zu sein, wie sicher im Gegentheil der Schiffer auf ihm seine Wege findet, wird uns am Ende dieses Buches ein von dem Amerikaner Maury erzählter Fall beweisen.

Die Nennung eines Amerikaners muß uns daran erinnern, welch einen bedeutenden Antheil die Vereinigten Staaten von Nordamerika an dem Seeverkehre und somit an der Erweiterung unserer Anschauungen nehmen. In neuester Zeit haben sie entschieden das Bedeutendste geleistet, sowohl in der Vervollkommnung des Schiffsbaues, als auch ganz besonders in der Ge-

nauigkeit der Seekarten. Es ist namentlich der eben genannte Marineoffizier M. F. Maury, welcher wesentlich dazu beigetragen hat, daß das Weltmeer wenn auch nicht aufhörte, der gefahrvolle Tummelplatz der Stürme zu sein, aber doch in seinen bisher dafür geltenden unzuverlässigen und wandelvollen Launen einen gewissen Grad von Regelmäßigkeit enthüllen mußte; indem Maury's beispiellose Geduld aus den täglichen Aufzeichnungen zahlloser Logbücher über die durch Wind- und Meeresströmungen erlittenen Schicksale gewisse Regeln in der scheinbaren Regellosigkeit herausstöberte, so daß jetzt die Schifffahrt, namentlich auf dem atlantischen Ocean, in der That dem klugen Verfahren gleicht, welches gegen Launen weder vergebens kämpft, noch sich ihnen thatlos beugt, sondern, sie geschickt benutzend, wenn auch auf Umwegen, doch zu seinem Ziele zu kommen weiß.

Indem uns eben die erziehende Bedeutung des Weltmeeres beschäftigt, so müssen wir es den Nordamerikanischen Freistaaten als eine That von hervorragendem Werthe nachrühmen, daß sie den allgemeinen Kongreß zur Berathung und Beschlußfassung über gemeinsam anzugreifende nautische Bestrebungen zusammenriefen, welcher am 23. August 1853 zu Brüssel stattfand. In Folge dieses Kongresses hat man sich über Maaßregeln geeinigt, welche, wenn sie beharrlich und einhellig von den Seefahrern der an dem Kongreß betheiligten Staaten befolgt werden, außerordentlich viel dazu beitragen müssen, um auf dem Meere immer heimischer und sicherer zu werden und immer allseitiger die Segnungen zu verbreiten, zu welchen das Meer die Bahnen leitet. Schon bald nach dem Kongreß stellte es sich heraus, wie sehr es zulässig sei, auf den am meisten befahrenen Seerouten von den bisher verfolgten Strichen abzuweichen und dabei an Zeit und an Sicherheit zu gewinnen.

Von drei vor allen wichtigen Bestrebungen, um deren glückliche Durchführung die Seefahrer schon seit langer Zeit sich wetteifernd bemühten, haben wir die eine bereits erwähnt, die Auffindung einer nordwestlichen Durchfahrt aus dem atlantischen in den großen Ocean. Wir kommen auf die hohe sittliche Bedeutung, welche mittelbar das betreffende Meeresgebiet dabei erlangt hat, zuletzt noch einmal zurück. Die andern beiden sind die Durchstechung der Landenge von Darien und der von Suez.

Nachdem man sich schon ziemlich bald nach des Columbus Zeit hatte überzeugen müssen, daß, was man nicht für glaublich und noch weniger für wünschenswerth hielt, der neue Erdtheil sich wirklich fast von Pol zu Pol als ein hindernder Damm vor die Südsee lege, so mußte mit dem wachsenden Verkehr das Bedürfniß wachsen, das Hinderniß auf irgend eine Weise zu besiegen.

Das schmale Land, durch welches Nord- und Südamerika wie zwei Perlen an einem Faden zusammenhängen, war bei der vielleicht gewaltsamen Emportreibung der ungeheueren Landmasse aus dem Schooße des Urmeeres leider nicht durchgerissen und dieses von den zufällig wirkenden Kräftemaaßen bedingte erdgeschichtliche Ergebniß fordert nun den Menschen heraus, seine kleine Kraft zu messen. Wir wissen Alle, wie lange man schon mißt und nivellirt, und in der Wahl der die mindesten Schwierigkeiten drohenden Stelle schwankt. Wahrscheinlich wird man sich mit Eisenbahnverbindungen begnügen müssen.

Wenn bei der Durchstechung der Landenge von Darien es nur die natürlichen Hindernisse sind, die sich in den Weg stellen, so scheint bei der Landenge von Suez auch noch politisches Handelsinteresse das Zustandekommen des viel leichter scheinenden Unternehmens zu durchkreuzen. Daß unter der Herrschaft des alten Aegyptens wenigstens eine Zeitlang das rothe Meer mit dem Mittelmeer durch einen Kanal verbunden war, wissen wir bereits. Aber gerade dieser altgeschichtliche Vorgang scheint eben so sehr, wie er zur Nachfolge anspornte, auch davon abzumahnen; denn neuere und zwar anscheinend sehr unparteiische Urtheile stellen dem neuen Suezkanale das Schicksal des alten in sichere Aussicht — Versandung. Mag auch immerhin der englischen Handelspolitik der neue Ausgang des Mittelmeeres, durch welchen sich die Mittelmeerstaaten dem englischen Pförtnerthum in Gibraltar entziehen würden, keine erwünschte Erscheinung sein, so kann man doch mit dem Geographen Petermann der Ansicht sein, daß hierdurch englische Kapitalisten sich von der Betheiligung am Suezkanal nicht würden abhalten lassen, wenn sie sonst diesen für ein versprechendes Unternehmen hielten.

So wird denn die, menschlichem Bedünken sehr nothwendig und ersprießlich scheinende, doppelte Korrektur in der Gliederung der Festländer der Erde vor der Hand unterbleiben, nachdem sich die ebenso unerwünschte

nordwestliche Verknüpfung des europäisch-asiatischen und amerikanischen Kontinents als zwar nicht bestehend, aber die endlich durch Mac-Clure aufgefundene Durchfahrt als völlig unbrauchbar erwiesen hat.

Und dennoch, dennoch hat gerade jenes unzugängliche, den Nordpol versperrende Eisland in dem Kulturleben, welches sich seit fast vier Jahrhunderten auf dem atlantischen Theile des Weltmeeres abspielt, eine eigenthümliche hohe Bedeutung, ja den Reiz eines Vermittlers sittlicher Charaktergröße. Vor allen ist daher dieser unwirthbare, buchtenreiche Winkel des Weltmeeres geeignet, mit ihm unsere Betrachtung über die erziehende Macht des Weltmeeres zu beschließen.

An die Namen Parry, John Roß, Franklin, James Roß knüpft sich unwillkürlich die Bewunderung eines Jeden, der sie nennen hört.

Es ist nicht allein das Verdienst dieser und vieler anderer Männer um die Erforschung der nordwestlichen Polarländer, was uns jetzt Bewunderung für sie abnöthigt, es ist mehr noch der Umstand, daß viele jener Namen um den einen, John Franklin, als ein Kreis heldenmüthiger Freunde leuchtet.

Die behagliche Gewohnheit unseres Festlandlebens wird selbst durch die härtesten Entbehrungen und Drangsale doch niemals zu der Höhe des Leides angespannt, daß wir von da aus uns eine Vorstellung von den Bedrängnissen einer vom Glück — und wie mäßig mag dort selbst das Glück sein! — nicht begünstigten Polarreise machen könnten; wir entbehren somit eines Maaßstabes für die Heldengröße jener Männer, welche nach dem seit 1845 zur Nimmerwiederkehr von England abgesegelten John Franklin und dessen Genossen jene Eisgefilde durchspäheten. John Roß, John Richardson und Rae, Collinson, Mac-Clure, Bellot, Inglefield, Kane und ihre Getreuen wurden nicht von der ungestümen Gewalt eitler Ruhmsucht, sondern von dem stillen Drange der Menschenliebe hinausgetrieben in die jedes Jahr ihre Formen ändernden Schrecknisse. Mit dem Letztgenannten, der bald nach seiner Heimkehr den Folgen der erduldeten Beschwerden erlag, ist vor der Hand die Reihe der Nordpolfahrten geschlossen.

Und damit ist zugleich ein Stillstand eingetreten in der wunderbaren Mission des Weltmeeres, welche es erfüllt dort oben am feindseligen Pole,

in der Mission, in des Menschen Brust die Bruderliebe zu stählen, die so leicht dahin schmilzt vor den Strahlen des Glückes; in der Mission, den Menschen seinen ganzen, vollen Kräftevorrath gewinnen zu lassen, von welchem ihm der beste Theil verloren geht auf dem breiten Wege des staatlichen Gesellschaftslebens.

Groß ist überall das Weltmeer und mächtig der Anstoß, mit welchem es das Menschengeschlecht vorwärts treibt auf der Bahn der geistigen und sittlichen Entwickelung; aber göttlich an Macht und Größe ist es doch nur dort, wo es, nicht in zufälliger züchtigender Laune wie anderwärts, sondern wo es immer dem sich ihm Nahenden zuruft: nahe mir nicht, wenn Du nicht für eine lange Zeit zu jeglicher Großthat bereit bist, die ich von Dir fordern werde.

Erster Abschnitt.

Das Wasser
in seinen chemischen und physikalischen Eigenschaften.

Chemische Zusammensetzung des Wassers. Elemente, sonst und jetzt. Entdeckung der Zusammensetzung des Wassers durch Lavoisier. Phlogiston; Sauerstoff; Wasserstoff; — Eigenschaften des Wassers; seine feste Gestalt; Gefrierpunkt; Eis; größte Dichtigkeit des Wassers bei + 4° R.; Siedepunkt; Pulshammer Fig. 1.; Verdichtung; Dunst; Dampf; Verdunstung; Verdunstungskälte; Tension und Expansionskraft Fig. 2.; Bethauen; Anziehen; Auflösung; Cohäsionskraft; Schmelzen; Dehnbarkeit; Streckbarkeit; Hämmerbarkeit; Verschiebbarkeit der Wassertheilchen; Adhäsionskraft; Sättigung; chemische Verbindung; Atom Fig. 3.; chemische Verwandtschaftskraft; Affinität; destillirtes Wasser; Haarröhrchen-Anziehung; Kapillarität; hygroskopisches Wasser; Meerwasser; Krystallisationswasser; Mutterlauge; Decrepitiren.

Die chemische Zerlegung des Wassers durch Lavoisier, wodurch dasselbe aufhörte, als ein Element zu gelten, ist der Markstein des Gebietes der wissenschaftlichen Chemie, welche die feste Grundlage der heutigen Naturforschung, des Triumphes des menschlichen Geistes, ist.

1. Chemische Zusammensetzung des Wassers.

Es ist noch kein Jahrhundert vergangen, seit das Wasser aufgehört hat, als eines der „vier Elemente“ zu gelten, ohne daß es seitdem an Bedeutsamkeit das mindeste verloren hat. Im Gegentheil hat die reiche, auf Erkenntniß sich stützende, Werthschätzung des Wassers erst seit der Zeit begonnen, wo die Chemie die eingebildete Zauberkraft der Alchemie abstrei-

fend, die Macht der Oberherrschaft gewann, mit der sie jetzt Alles durchdringt. Erst die Chemie, die unverdrossene Späherin, konnte die geheimnißvollen Werke des Wassers auch da entdecken, wo die Sinne des Laien sie nicht vermuthen.

Aber die aus der Alchemie erstandene Chemie sprach nicht blos dem Wasser seine Eigenschaft als Element ab, sie erhob auch den unklaren Begriff, den man mit dem Worte Element verband, zu einer bestimmten festen Bedeutung. Als man mit dem Wasser auch Feuer, Luft und Erde Elemente nannte, konnte man mit diesen Worten keinen klaren, unzweideutigen Begriff verbinden. Wenn für die kindliche Anschauung unserer Vorfahren Feuer und Luft allenfalls als zwei mit einander vergleichbare Dinge gelten konnten, so galt das doch sicher nicht von Feuer und Erde, zwischen welchen sich keine Aehnlichkeits- oder Vergleichspunkte auffinden lassen, die man nicht als zwei Glieder Einer Klasse betrachten kann. Man dachte sich damals unter den vier Elementen bald als Stoffe, bald als Kräfte, bald als beides zugleich, die vier hauptsächlichen Grundlagen des Weltgebäudes, ohne die Berechtigung des Wissens von der kleinen Erde auf jenes schließend.

Der Bedeutung nach muß man sich unter einem Element etwas Ursprüngliches, etwas von einem Anderen nicht Abstammendes denken. Wenn nun auch einer Zeit, welche die Natur der Dinge noch nicht kannte, es nachzusehen ist, daß sie die reine Luft auf Bergeshöhen und das reine Quellwasser für etwas Ursprüngliches, Einfaches ansah, und daß man in der Feuererscheinung, deren chemische Natur man noch nicht ahnte, an einen Feuergeist dachte, der frei waltend als Vernichter des Stoffes auftrete — so kann man doch nicht so leicht begreifen, wie die Erde, deren Entstehung und Zusammensetzung jedes Flußbett lehrt, mit jenen drei in einen Bund geflochten werden konnte. Man kann es blos begreifen, wenn man annimmt, daß man früher nicht an die angegebene Bedeutung des Wortes Element, sondern eben nur daran dachte, Feuer, Wasser, Luft und Erde deshalb Elemente zu nennen, weil sie es sind, die immer und überall als Grundlagen des Bestehens und des Wandels der Erde mit ihren Geschöpfen auftreten.

Ein Ueberrest jener alten Bedeutung des Wortes hat sich in unserer deutschen Volkssprache erhalten. Wenn man sagt, Dies oder Jenes ist mein Element, so soll das heißen: mein Liebstes, mein Höchstes, Wichtigstes, ohne

welches ich nicht bestehen kann — wie eben die Erde ohne die „vier Elemente“ auch nicht besteht.

Die Chemie hat dem so lange falsch angewendeten Worte bekanntlich eine andere Bedeutung gegeben. Sie versteht darunter einen Körper, den sie mit ihren zersetzenden Mitteln nicht weiter in verschiedenartige Stoffe zerlegen kann. Solcher Elemente, deren die heutige Chemie 61 unterscheidet, sind nun allerdings seit Menschengedenken viele bekannt gewesen; aber man nannte sie nicht so, weil man sie nicht als Elemente, d. h. als unzerlegbare, als einfache Körper oder Stoffe erkannte. Dahin gehören unter anderen unsere einfachen Metalle, Gold, Kupfer, Silber, Eisen, Zinn u. s. w. Mit dieser Anerkennung des Goldes als eines Elementes ist zugleich die Goldmacherei in ihr Nichts verwiesen, und es giebt eine Anschauung von dem unklaren Treiben der alten-Chemiker, die darum auch für ewige Zeiten mit dem Namen Alchemisten aus dem Bereiche der Wissenschaft verbannt bleiben mögen, daß man das Gold wohl auflösen, aber nie in verschiedenartige Stoffe zerlegen konnte und es doch zusammensetzen wollte. Wenn es ein einziges Mal gelungen wäre, nachzuweisen, daß das Gold kein einfacher, sondern ein zusammengesetzter Körper sei, so wäre damit wenigstens ein Schritt zum Goldmachen gethan gewesen, denn man konnte hoffen, daß aus den gefundenen Bestandtheilen des Goldes, wenn sich dieselben anderweit in der Natur vorfanden, sich vielleicht Gold zusammensetzen lassen werde. Doch sei hierbei bemerkt, daß dieser zweite Schritt dem ersten nicht nothwendig hätte folgen müssen; denn viele Körper kann die Chemie nicht zusammensetzen, obgleich sie genau weiß, aus welchen Stoffen und in welchen Mengen derselben sie zusammengesetzt sind.

Wenn man das Wasser einen zusammengesetzten Körper nennt, so darf man nicht an diejenigen ihm blos zufällig beigemengten oder in ihm aufgelösten Stoffe denken, welche man theils schon durch Absetzen oder durch Destilliren davon trennen kann. Lehmiges Flußwasser, welches sich durch langes, ruhiges Stehen krystallhell abklärt und die unreinen Theile als Bodensatz abscheidet, ist dann, ebenso wie das destillirte Wasser, noch kein chemisch einfacher Körper. Es ist dann nur fur unser Auge reines Wasser und kann noch mancherlei, selbst für unsere Zunge wahrnehmbare, verschiedenartige Stoffe, z. B. Kochsalz, in Auflösung enthalten. Chemisch rein ist erst destillirtes Wasser,

indem bei der Destillation alle im Wasser enthalten gewesene fremde Beimischungen im Kolben zurückgeblieben sind. Aber eben auch dieses chemische reine Wasser ist noch kein einfacher Körper, denn es ist, wie jedes Wasser, immer aus zwei einfachen Stoffen zusammengesetzt. Diese beiden einfachen Stoffe, also zwei Elemente im Sinne der heutigen Chemie, kannte man jeden für sich früher als man ihre Eigenschaft kannte, durch ihre Verbindung das Wasser zu bilden.

Diese beiden Elemente sind luftförmige Körper, deshalb Gase genannt, und lassen sich jeder für sich nicht bewegen, tropfbare, flüssige oder feste Gestalt anzunehmen, obgleich beide im Augenblicke ihrer Vereinigung das tropfbar flüssige Wasser bilden. Es sind diese beiden Elemente der Sauerstoff und der Wasserstoff, oder Sauerstoffgas und Wasserstoffgas.

Bei der unschätzbaren Wichtigkeit des Wassers und weil das Alter vieler meiner Leser und Leserinnen über die noch sehr junge Zeit der, freilich nur erst noch vereinzelten, Einführung der Naturwissenschaft in unseren Schulen hinausliegt, wird es wohl gerechtfertigt sein, wenn ich hier die Geburtsgeschichte unserer chemischen Kenntniß vom Wasser etwas ausführlicher schildere, und vorher auch über dessen beide Bestandtheile einige Bemerkungen einschalte.

Bevor Lavoisier*) im Jahre 1774 bei Ergründung des Verbrennungs-Vorgangs den Sauerstoff als chemisches Element entdeckte, hatten lange Zeit vorher, seit 1630, mehr oder weniger geschickte Hände an der Pforte herumgetappt, hinter welcher der Sauerstoff verborgen lag. Wie ihn die Chemie jetzt mit Leichtigkeit und Zuverlässigkeit rein darstellt, ist der Sauerstoff, Oxygen, luftförmig, etwas schwerer als atmosphärische Luft, farblos und geruchlos, kann nicht verdichtet werden und löst sich in Wasser nur in geringer Menge auf. Von allen chemischen Elementen hat er die größte Fähigkeit, sich mit beinahe allen übrigen Elementen zu verbinden, wobei, wenn diese sogenannte verbrennliche Körper sind, Feuererscheinung, Verbrennung stattfindet. Daher brennen auch alle brennbaren Stoffe in reinem Sauerstoff mit viel

*) Antoine Laurent Lavoisier war 1713 zu Paris geboren. Obgleich als Generalpächter auf andere Bahnen seines Strebens gewiesen, widmete er doch den größten Theil seiner Zeit chemischen Untersuchungen und wurde durch sein berühmtes Werk: Traité élementaire de Chimie (1789) der Begründer der neuen Chemie. Sein Reichthum führte ihn 1794 unter die Guillotine. Sein Name bleibt unsterblich als einer der größten.

hellerem Licht und ein nur glimmender Holzspahn lodert in ihm sofort in heller Flamme auf. Der Luft, welche er etwa zu einem Fünftel mit vier Fünfteln Stickstoff bildet, giebt er die Tauglichkeit zum Athmen, und ist überhaupt in gehöriger Verdünnung die einzige athembare Luftart. Deshalb wurde der Sauerstoff früher Feuerluft oder Lebensluft genannt. Man kann daher den Sauerstoff das wichtigste aller Elemente nennen, so wie er auch nach Berzelius' Ausspruch ungefähr die Hälfte vom Gewicht der für uns zugänglichen Theile des Erdballs bildet. Der Sauerstoff ist nicht blos ein Bestandtheil und, wie wir gesehen haben, für unser Leben der wesentlichste Bestandtheil der Luft, des Wassers und der meisten Gesteine, er ist auch in jedem lebenden Wesen vorhanden, bei deren Entstehung und Bildung er sich lebhaft betheiligt; er ist mit Wasserstoff, Kohlenstoff und Stickstoff eins der vier wichtigsten Elemente aller organischen Körper. Man nennt daher diese vier Elemente zuweilen auch wohl vorzugsweise die organischen.

Das gierige Bestreben des Sauerstoffes, sich mit anderen Elementen zu verbinden, bringt eine Menge Körper hervor, welche man Sauerstoffverbindungen, Oxyde, nennt. Solche Sauerstoffverbindungen bezeichnet man dann durch Vorsetzung des Namens des Elementes, welches sich mit dem Sauerstoff verbunden hat, z. B. Eisenoxyd, Kupferoxyd, Manganoxyd. Da nun im Wasser sich der Wasserstoff mit Sauerstoff verbunden hat, so ist es ebenfalls ein Oxyd, Wasserstoffoxyd.

Obgleich der Sauerstoff eine für das Auge nicht wahrnehmbare Luft ist, so ruft er doch in den Elementen, mit denen er sich verbindet, meist die wesentlichste Veränderung im Ansehen und seinen sonstigen Eigenschaften hervor. Der Blutstein oder rothe Glaskopf, ein auf Sandstein wie rothe Kreide zeichnender bekannter Stein, der sich leicht in ein kirschrothes Pulver zermalmen läßt, der wie Thon zerreibliche gelbe Eisenocher, den man als Malerfarbe benutzt, beides ist Eisenoxyd, in welchem man das Eisen nicht wieder erkennt. Der Rost ist ebenfalls Eisenoxyd in Verbindung mit einem Antheil Wasser. Wer erkennt im blendenden Bleiweiß das Oxyd des Bleies, und das rothe Kupfer im prachtvollen Grünspan, seinem Oxyde? Nicht minder überraschend ist die Erscheinung, daß der luftförmige Sauerstoff mit dem ebenfalls luftförmigen Wasserstoff, indem er letzteren oxydirt, das tropfbar flüssige Wasser bildet.

Der Wasserstoff, Hydrogen, ist, wie wir bereits wissen, wie der

Sauerstoff ein luftförmiger, farbloser Körper, also für unsere Sinne für sich nicht wahrnehmbar, und dennoch hat er, scheinbar wesenlos wie dieser, ganz andere Eigenschaften. Er ist 14 und ein halb mal leichter als die atmosphärische Luft und überhaupt der leichteste bekannte Körper. Die große Leichtigkeit des Wasserstoffgases war auch die Veranlassung, die Lösung des alten Problems der Luftschifffahrt zu versuchen. Bekanntlich nennt man die mit Wasserstoffgas gefüllten Luftballons Charlièren und die mit durch Hitze verdünnter atmosphärischer Luft gefüllten Montgolfièren. Der Wasserstoff kann das Athmen nicht unterhalten, brennende Körper verlöschen in ihm; er läßt sich aber selbst entzünden und bildet, indem er verbrennt, d. h. indem er sich mit Sauerstoff verbindet (oxydirt), Wasser. Schon der elektrische Funke entzündet das Wasserstoffgas. Aber nicht blos die Wärme entzündet das Wasserstoffgas, d. h. veranlaßt seine Verbindung mit dem Sauerstoff, sondern diese Eigenschaft haben sogar einige feste Körper. Zu diesen gehört z. B. das Platin in fein zertheiltem Zustande (Platinschwamm) und auf diesem Vermögen des Platins beruht die bekannte Döbereinersche Zündmaschine.

Läßt man den Wasserstoff mit Sauerstoff in einem gewissen Mischungsverhältnisse gleichzeitig aus einer sehr feinen Oeffnung ausströmen, so daß sich beide an den Ausströmungsöffnungen vermischen, und zündet dieses Gemenge an, so brennt es mit einer schwachen, weil kein starrer Körper darin enthalten ist, bei Tage kaum sichtbaren Flamme von größter Hitze. Bringt man die Spitze eines kegelförmigen Stückes von gebranntem Kalk gegen diese Flamme, so glüht derselbe augenblicklich im blendendsten Lichte, welches das Auge kaum zu ertragen vermag. Nach dem Entdecker nennt man dieses Licht Drummond's Licht oder das Drummond'sche Kalklicht und wendet es bekanntlich seiner außerordentlichen Leuchtkraft wegen als Ersatz des Sonnenlichtes bei Mikroskopen an, welche man dann Hydro-Oxygengas-Mikroskope nennt.

Frei, d. h. unverbunden mit anderen Elementen findet sich in der Natur der Wasserstoff nicht, doch in großer Menge in chemischen Verbindungen, und steht hinsichtlich der Theilnahme an der Zusammensetzung der Theile der Erde dem Sauerstoff wenig nach. Bei der Bildung des Körperbestandes der belebten Wesen übertrifft er den Sauerstoff sogar bedeutend.

Eine besondere Eigenschaft des brennenden Wasserstoffgases ist es, daß

es dann einen harmonikaähnlichen Ton hören läßt, wenn es aus der kleinen Oeffnung einer spitzausgezogenen Glasröhre brennt, welche luftdicht in den Hals einer Flasche eingepaßt ist, in welcher fortwährend eine schwache Entbindung von Wasserstoffgas stattfindet. Stülpt man dann eine wohlgetrocknete weite Glasröhre, welche oben verschlossen oder wenigstens nur mit einer nicht zu weiten Oeffnung versehen sein muß, über die Wasserstoffgas-Flamme, so wird der Ton höher oder tiefer, je nachdem man diese Röhre höher oder tiefer hält. Dies ist die sogenannte chemische Harmonika.

Wie verschiedenartige Körper von zwei Elementen je nach deren Mengenverhältnissen, in denen sie mit einander verbunden sind, gebildet werden können, und wie groß der Unterschied dabei ist, je nachdem die beiden Elemente blos mit einander wie Wasser und Wein mechanisch gemengt oder chemisch innig verbunden sind, das zeigt dem Wasser gegenüber die sogenannte Knall-Luft. Jenes eine chemische Verbindung von Wasser- und Sauerstoff, diese eine Mischung beider. Die Knall-Luft ist eine Mischung von 2 Maaßtheilen Wasserstoffgas mit einem Maaßtheil Sauerstoffgas. Dieselbe verbrennt mit einem starken Knall, welcher auf einer heftigen Explosion beruhet, daher die Handhabung der Knall-Luft nicht ohne Gefahr ist.

Diese wenigen Bemerkungen mögen hinreichen, um meine Leser mit den wichtigsten Eigenschaften des Wasserstoffgases und des Sauerstoffgases, den beiden Leibeshälften des Wassers, bekannt zu machen.

Priestley*), Cavendish**) und Lavoisier theilen sich in die Ehre, die chemische Natur des Wassers ergründet zu haben. Um das Jahr 1783 hatte Priestley bemerkt, daß bei der Verbrennung des Wasserstoffgases in einem Glase auf Kosten des Sauerstoffgases sich an der Wand des Glases ein Wasserhauch ansetzt. Ganz dicht bei der Entdeckung der Zusammensetzung des

*) Joseph Priestley, 1733 in Yorkshire geb., ward aus einem freisinnigen Geistlichen ein Bereicherer der Naturwissenschaft. Verfolgt wegen seiner Sympathie für die französische und nordamerikanische Revolution ging er 1794 in die Vereinigten Staaten, wo er 1804 starb.

**) Henry Cavendish, zweiter Sohn des Herzogs von Devonshire, geb. 1731 zu London und gest. 1810, war eine der wenigen Ausnahmen, welche neben allen Vorzügen äußeren Glückes die Bereicherung des Geistes nicht vergessen. Er opferte ein ungeheures Vermögen fast nur der Wissenschaft und ließ dabei jeden gleichstrebenden Genossen Theil nehmen.

Wassers machte er sie doch nicht, indem er den ganz nahe liegenden Rückschluß unterließ, daß dieses Wasser durch die Oxydation des Wasserstoffes (d. h. durch die Verbindung desselben mit Sauerstoffgas) gebildet sein müsse. Zwischen die Beobachtung und die richtige Deutung drängte sich ein die damalige Chemie beherrschendes Gespenst, das Phlogiston. Bei der großen Bedeutung, welche dieses blos vermuthete Ding erlangt hatte, ist es nothwendig, einige Worte darüber einzuschalten. Bevor man die Natur des Sauerstoffes kannte, verursachte die Erklärung des Verbrennungs-Vorganges den Chemikern viel Kopfzerbrechens. Im Jahre 1665 erklärte der Engländer Robert Hooke die Verbrennung so, daß er sagte, die Luft, welche wir einathmen, sei das Auflösungsmittel für alle brennbaren Körper und die Wirkung der Auflösung bringe die hohe Temperatur hervor, welche wir Feuer nennen; ja er war der Wahrheit schon so nahe, sagen zu können, daß die Auflösung des brennenden Körpers von einem der Luft beigemischten Stoff herrühre. Gleichzeitig und nach Hooke entfernten sich John Mayow, Robert Boyle und Becher wieder weiter von der bereits halb gefundenen Wahrheit und des letztgenannten Schüler Georg Ernst Stahl erdachte um 1720 das Phlogiston, was auf deutsch Brennbares bedeutet. Dieses Phlogiston sollte einem jeden Körper beigemischt sein, in der Art, daß er aus Phlogiston und einer unverbrennlichen Grundlage bestehe, also z. B. Schwefel aus Phlogiston und Schwefelsäure. Beim Verbrennen solle das flüchtige Phlogiston entweichen und den unverbrennlichen Grundbestandtheil zurücklassen. Die phlogistische Theorie erhielt sich über ein halbes Jahrhundert. Bayen wies nach, daß diese Theorie keine vollständige Anwendung zulasse und war nächst Priestley und Cavendish, der sich mit Priestley gleichzeitig mit der Hervorbringung des Wassers aus seinen beiden Elementen beschäftigte, der Wegweiser für Lavoisier, welcher die von jenen gemachten Beobachtungen richtig deutete, während die genannten beiden das Phlogiston seine Rolle dabei noch fortspielen ließen.

Priestley und Cavendish haben demnach entdeckt, daß bei der Verbrennung des Wasserstoffs in der atmosphärischen Luft (die ja immer Sauerstoff enthält) oder im Sauerstoff Wasser entsteht, aber Lavoisier hat bestimmter ermittelt, daß Wasser ein zusammengesetzter Körper ist, daß Wasserstoff und Sauerstoff, zu Wasserstoffoxyd verbunden, seine beiden Bestandtheile sind.

Im November 1783 wurde Lavoisiers Entdeckung in der Sitzung der französischen Akademie der Wissenschaften vorgetragen.

Bald nachher wurde von mehreren Chemikern, namentlich Fourcroy, Vauquelin und Seguin und seitdem von den Lehrern der Chemie unzähligemal Wasser in nicht unbedeutenden Mengen aus seinen beiden Bestandtheilen künstlich zusammengesetzt und dabei mit Bestimmtheit gefunden, daß das Gewicht des gewonnenen Wassers genau dem voraus abgewogenen Gewichte der verwendeten Gasmengen gleichkommt*).

2. Eigenschaften des Wassers.

Die allbekannte Natur als tropfbarflüssiger Körper behält das Wasser in einem verschlossenen Raume in der mittlern Temperatur unserer Atmosphäre unverändert bei; es ist aber eben so bekannt, daß es durch Entziehung der Wärme in einen festen Körper, den wir Eis nennen, verwandelt werden kann, und daß es sich bei über 80° R. gesteigerter Erwärmung in einen luftförmigen Körper, das Wassergas (nicht zu verwechseln mit Wasserstoffgas) verwandelt.

Das Eis ist die Krystallform des Wassers, welche dieses wie die meisten übrigen Körper bei der Erstarrung annimmt. Während bekanntlich die Krystalle der übrigen krystallisirenden Körper eine sehr regelmäßige Gestalt mit bestimmten Flächen, Kanten und Ecken haben, so zeigt das Wasserkrystall, das Eis, nur selten ganz regelmäßig ausgebildete Gestalten. Wie groß dagegen die Mannichfaltigkeit der sich in freien phantastischen Formen ergehenden Eiskrystallisationen sein könne, das sieht man an den gefrornen Fensterscheiben und am Gefrieren eines Wasserspiegels.

Bekanntlich nennt man den Punkt des Wärmemessers, der durch Null bezeichnet ist, den Eis- oder Gefrierpunkt und man sollte demnach meinen, daß das Wasser, wenn der Wärmemesser 0° zeigt, stets gefrieren müsse. Dem ist aber nicht immer so, und daher streng genommen jene Benennung des Null-

*) Es würde hier zu weit von meinem mir vorschwebenden Ziele und auch zu tief in die Chemie führen, wenn wir uns nun über die chemischen Zusammensetzungsverhältnisse des Wassers verbreiten und die Experimente der Wasserbildung beschreiben wollten; weshalb ich hierüber meine Leser auf chemische Handbücher verweisen muß.

punktes nicht richtig. Wasser, welches sich im Zustande völliger Ruhe befindet, kann mehrere Grade unter Null noch flüssig bleiben und erstarrt erst dann, aber auch ganz plötzlich zu einem eisigen Brei, wenn man es stark bewegt. Auch im luftleeren Raume gefriert das Wasser erst bei fast 5° unter Null. Dabei ist es bemerkenswerth, daß sich dann solches Wasser im Moment der Erstarrung augenblicklich bis auf 0° erwärmt.

Alle Frühjahre sehen wir die Eisschollen der sich wieder befreienden Flüsse auf der Oberfläche des Wassers schwimmen, ohne dabei daran zu denken, daß hierin eine Ausnahme von anderen Körpern liegt, welche im Gegentheile im erstarrten Zustande schwerer sind als im flüssigen, weil sie dann einen kleineren Raum einnehmen, ein geringeres Volumen haben. Das Wasser dehnt sich beim Gefrieren aus und nimmt also einen größeren Raum ein, als dieselbe Wassermenge vor dem Gefrieren und muß daher leichter sein, mithin auf dem Wasser schwimmen. Das Ausdehnen des Wassers beim Gefrieren hat uns schon manches Gefäß zersprengt.

Eine andere das Gefrieren des Wassers begleitende Erscheinung ist die, daß Wasser, welches fremdartige Stoffe beigemischt enthält, als Salze, Säuren, Weingeist oder dergl., schwerer als reines Wasser gefriert und zwar um so schwerer, je mehr es von jenen Stoffen beigemischt enthält. Wenn solche Mischungen dennoch gefrieren, so gefriert meist blos das Wasser, indem nur wenig Wasser ungefroren bleibt, welches dann allein die ganze Auflösung in sich aufgenommen hat, also nun viel gesättigter ist, als vorher die ganze Menge der Mischung. Man kann das mit Salzwasser leicht probiren, wie es auch bekannt ist, daß man zuweilen gefroren gewesenes Bier als stärker als nicht gefroren gewesenes anpreist. Im größten Maaßstabe findet diese Erscheinung bei dem Seewasser statt, indem das Polar-Eis, was alljährlich seine schwimmenden Eisberge nach südlicheren Breiten entsendet, und was größtentheils nichts anderes als gefrorenes Seewasser ist, fast kein Salz enthält. Diese bekannte Erscheinung drückt man im täglichen Leben gewöhnlich so aus, daß man sagt, das, was das Wasser in Auflösung enthielt, sei herausgefroren.

Eine sehr eigenthümliche und zugleich für das organische Leben höchst wichtige Eigenschaft des Wassers besteht darin, daß es den höchsten Grad seiner Dichtigkeit und folglich sein höchstes Gewicht erst dann erlangt,

wenn seine Wärme etwa 4° über dem Gefrierpunkt steht. Wie alle Flüssigkeiten hat es übrigens wenig oder keine Elasticität und läßt sich daher künstlich nur höchst unbedeutend zusammendrücken, obgleich es durch sein eigenes Gewicht in den tieferen Schichten des Meeres oder beim Zusammenpressen großer Ströme in plötzlichen Verengungen ihres Bettes sich dennoch etwas dichter zeigt. Dadurch, daß das Wasser bei + 4° R. dichter, also schwerer als bei anderen Temperaturgraden ist, wird dem gänzlichen Ausfrieren der Flüsse, Seen und anderer größerer Wasserbehälter vorgebeugt.

Ist im Winter die Oberfläche der Gewässer bis auf + 4° abgekühlt, so sinkt es, weil es dann am schwersten ist, zu Boden und diese Ausgleichung findet ohne Zweifel so lange statt, bis die ganze Wassermasse auf diesem Temperaturgrade steht. Erst dann bedeckt sich die noch weiter abgekühlte Oberfläche mit Eis, und dieses schützt nun als schlechter Wärmeleiter das untere Wasser vor noch weiterer Abkühlung und vor dem Frieren. Ohne diese Eigenschaft des Wassers und wenn im Gegentheile das Eis schwerer wäre als das flüssige Wasser, würde in den kälteren Breiten in strengen Wintern das Wasser der Flüsse, Seen u. s. w. bis auf den Grund in Eis verwandelt werden. Dadurch müßte den meisten darin wohnenden Thieren das Leben unmöglich werden; es würde also der Wohnraum für die Thierwelt um ein Beträchtliches beschränkter sein, als er es jetzt ist.

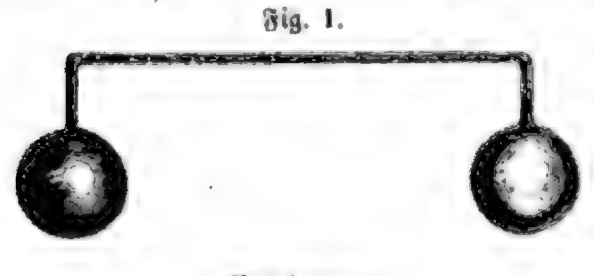
Dem Meere, mit dessen Wasser dieses Dichtigkeitsverhältniß nicht stattfindet, wird derselbe Dienst von seinem Salzgehalt geleistet, indem wir gesehen haben, daß bei dem Gefrieren des Salzwassers das Salz größtentheils ausgeschieden wird. Daher ist auf zugefrornen Meeresbuchten das Eis fast salzfrei und das darunter liegende Wasser um so salziger und um so weniger gefrierbar.

Wird das Wasser über 4° erwärmt, so dehnt es sich allmälig immer mehr aus und erreicht bei 80° R. seine größtmögliche Ausdehnung, indem es dann siedet und in Wassergas verwandelt in die Luft, die von ihm an Leichtigkeit übertroffen wird, emporsteigt. Ich darf wohl als bekannt voraussetzen, daß diese Ziffer nicht überall gleich bleibt und daß der Siedepunkt desto niederer liegt, in je höheren Regionen man Wasser zum Sieden bringt, oder mit anderen Worten, je geringer der Luftdruck an dem entsprechenden Orte ist. 80° ist der Siedepunkt in der Ebene, wo der Barometerstand 28 par. Zoll ist. Dieses

Gesetz des Siedepunktes hat sein Unbequemes für Alpen-Expeditionen, wo man mit noch so starkem Feuer Fleisch und Gemüse nicht weich kochen kann, da das Wasser schon weit unter 80° siedet und sich alsdann in Wassergas verflüchtigt. Man muß sich dann mit verschlossenen Kochgefäßen helfen, wodurch der eingeschlossene Wasserdampf einen Druck ausübt und den Siedepunkt erhöht. In einer Alpenhütte am Unteraargletscher, gegen 7000′ über dem Meere, half man sich, um Kartoffeln weich zu kochen, damit, daß man einen Leinwandlappen auf die Fläche des Wassers legte. Es ist dies einer der zahlreichen Fälle, in denen das Leben der Wissenschaft vorausgeeilt ist. Jede Hausfrau kennt die das Weichkochen beschleunigende Wirkung der Stürzen und Deckel ihrer Kochtöpfe; und dies ist ohne Zweifel schon viele Jahrhunderte früher bekannt gewesen, bevor die Wissenschaft den Grund davon, das Naturgesetz, nachwies.

Man kann übrigens mit Hülfe der Luftpumpe sich leicht von diesem Einflusse des Luftdruckes auf den Siedepunkt des Wassers überzeugen. Setzt man eine Schale voll Wasser unter die Glocke einer Luftpumpe, aus welcher man nachher die Luft herausgepumpt hat, wodurch also der Luftdruck auf das eingesperrte Wasser beseitigt ist, so ist schon die gewöhnliche Zimmertemperatur im Stande, das Wasser zum Sieden zu bringen. Auf demselben Naturgesetze beruht der bekannte, dem gläubigen Volke oft als etwas Wunderbares angepriesene Pulshammer genannte Apparat von beistehender Figur, welcher, aus 2 durch eine Röhre verbundenen Glaskugeln besteht. Der innere durch die Röhre zusammenhängende Raum ist nur theilweise mit Wasser gefüllt, übrigens luftleer. Nimmt man nun die eine Kugel in die Hand, nachdem man alles Wasser in diese Kugel hat laufen lassen, so kommt dieses in dem luftleeren Raume schon durch die Blutwärme zum Sieden.

Fig. 1.



Pulshammer.

Uebrigens sei hier gelegentlich eingeschaltet, daß der Siede- und Kochpunkt für die verschiedenen Flüssigkeiten ein anderer ist. Schwefeläther kocht z. B. schon bei 30° R. und kann daher schon in der Hand eines Fieberkranken zum Sieden gebracht werden. Man muß sich hüten, mit dem Worte Sieden den Begriff einer großen Hitze zu verbinden, wie wir dies vom Wasser her

uns angewöhnt haben. Siedender Aether ist eben nicht wärmer, als unser Blut oft es ist.

Unter 80° abgekühlt verdichtet sich das Wassergas sofort wieder zu Wasser. Wir sehen das an den Deckeln und Stürzen unserer Kochtöpfe, an deren unterer Seite sich, so lange das Wasser siedet, fortwährend heiße, aber weniger als 80° zeigende, Wassertropfen sammeln, welche dadurch entstanden, daß das aufsteigende Wassergas sich an dem vergleichsweise kühleren Deckel wieder *verdichtete (condensirte)*.

Da das aus siedenden Wassermassen aufsteigende Wassergas in der Luft eine niedrigere Temperatur annehmen muß, so kann es seine Gasform natürlich nicht beibehalten und würde sofort tropfbar flüssig wieder zurückfallen, wenn ihm eine feste, unter 80° stehende Fläche entgegenstände. Aber so vertheilt es sich in der leicht durchdringbaren Luft und geht in einen Mittelzustand über, in welchem wir es *Dunst* oder *Dampf* nennen. Dieser ist von dem Wassergas dadurch verschieden, daß dieses ein wirklich luftförmiger Körper ohne Geruch, Geschmack und Farbe ist, während der Dunst oder Dampf nur die höchste mechanische Zertheilung des Wassers in kleinste Bläschen ist. Es ist leicht zu errathen, daß der Dunst oder Dampf der Stoff zu der Wolkenbildung ist, obgleich nur zu verschwindend kleinem Antheile solcher, welcher aus Wassergas entstanden ist. Wir werden andere ergiebigere Quellen der Wolkenbildung kennen lernen. Nur etwa über bis zum Siedepunkt erhitzten Thermen, z. B. den Geysirn Islands, kann das Wassergas etwas Wesentliches zur Wolkenbildung beitragen.

Nach de *Saussure's* Messungen schwankt die Größe der Dampfbläschen zwischen $1/2780$ und $1/4500$ Zoll, d. h. so viele, als der Nenner sagt, in eine Linie neben einander gelegt, würden eine Reihe von der Länge eines Zolles geben.

Die *Verdunstung* des Wassers, d. h. das Uebertreten flüssigen Wassers in Luftform in die Atmosphäre, ist eine allgemein bekannte und nicht minder im höchsten Grade wichtige Erscheinung in der Natur des Wassers. Der deutsche Name Dunstkreis, wodurch das griechische Wort Atmosphäre oft verdeutscht wird, deutet schon diese Wichtigkeit an und beruht lediglich auf der Fähigkeit des Wassers, zu verdunsten. Es ist bekannt, daß nasse Körper an der Luft bald trocken werden, daß selbst größere Wasseransammlungen in

Digitized by Google

Sümpfen und Gräben nach und nach völlig verdunsten. Dies geschieht in bewegter, trockner und warmer Luft schneller, als wenn diese kalt, feucht und still ist. Man könnte darüber in Zweifel sein, ob das verdunstete Wasser von der Luft aufgelöst werde, wie etwa ein Stück Zucker in Wasser, oder ob es dabei in Gas verwandelt werde, wobei dann nicht die Luft, sondern die Temperatur das auflösende oder vielmehr umwandelnde Mittel sein würde. Die erstere, an sich schon weniger wahrscheinlich klingende Ansicht ist auch durch die Bestätigung der anderen widerlegt worden, indem die Verdunstung auch im luftleeren Raume stattfindet. Damit steht es auch im Einklange, daß in einer dünneren Luft, z. B. auf Berghöhen, die Verdunstung schneller von statten geht. Es ist ein ziemlich verbreiteter Irrthum, daß man auf hohen Bergen, z. B. in den Alpen, die Luft für feuchter hält, als in den Ebenen. Daß es gerade umgekehrt ist, muß jedem aufmerksamen Alpenreisenden daraus hervorgehen, daß man keine Sennhütte sieht, deren Schindeln sich nicht stark geworfen hätten, was bei den immer, wenn auch für das Gefühl nicht wahrnehmbar durchfeuchteten Schindeln in der Ebene nicht der Fall ist.

Bei der Verdunstung des Wassers wird der verdunstenden Fläche Wärme entzogen, welche der Wasserdunst bindet. Wir fühlen das, indem wir die benetzte Hand in der Luft bewegen, durch eine merkliche Kühlung, welche so lange andauert, bis die Verdunstung vollendet, d. h. bis die Hand wieder trocken ist. Durch die Bewegung der Hand wird die fortwährende Beseitigung des verdunsteten, in wahres Wassergas verwandelten, Wassers bewirkt und der schnelle Wechsel der immer neu eintretenden Verdunstung unterhalten und dadurch eben ein größeres Kältegefühl erzeugt, als wir empfinden würden, wenn wir die Hand nicht bewegten. Dieses Kältegefühl ist noch stärker, wenn wir anstatt des Wassers mit Weingeist die Hand benetzen, der schneller, oder mit Aether, der noch schneller als Wasser verdunstet.

Die bei gewöhnlicher Temperatur stattfindende Auflösung des Wassers in Wassergas und die Umwandlung dieses in Dunst oder Dampf hört erst dann auf, wenn die über der verdunstenden Wasserfläche ruhende Luft bereits so viel verdunstetes Wasser aufgenommen hat, als sie ihrer Temperatur nach festhalten kann. Jeder weiß, daß bei trübem, feuchtem Wetter, d. h. wenn die Luft schon vollständig mit Wasserdünsten gesättigt ist, aufgehängte Wäsche nicht trocknet. Mit Wasserdampf vollständig gesättigte Luft muß natürlich

schwerer sein, als trockne, weil zu dem Gewicht der Luft noch die des Dampfes hinzukommt. Auf dieser sehr natürlichen Erscheinung beruht die Brauchbarkeit des Barometers als Wetterprophet. Sinkt die Quecksilbermasse in dem kleineren, offenen, zu einem Behälter erweiterten Schenkel, so ist dies ein Zeichen, daß die Luft stärker auf die Oberfläche des Quecksilbers drückt, weil sie schwerer ist, und schwerer ist sie zum Theil durch den großen Gehalt an Wasserdünsten.

Neben der berüchtigten Unzuverlässigkeit der Barometerröhren als Wetterpropheten steht eine zuverlässigere Dienstleistung derselben bei Bestimmung der **Tension** oder **Expansionskraft** des Wassers und anderer flüchtiger Flüssigkeiten. Hierunter versteht man das Bestreben der Flüssigkeiten, Gasgestalt anzunehmen und die bei Befriedigung dieses Bestrebens gezeigte Kraft. Nebenstehender Holzschnitt Fig. 2. soll uns die Messung der Tension veranschaulichen. Zwei oben geschlossene, unten offene Barometerröhren sind die eine mit Wasser, die andere mit Aether inwendig benetzt, dann mit Quecksilber gefüllt und mit dem offenen Ende nach unten in ein Gefäß voll Quecksilber gestellt worden. Das inwendig am Glase anhaftende Wasser und der Aether streben mit dem ihnen eigenen Maaße ihrer Expansionskraft sich in Gas zu verwandeln und drängen einen Theil des Quecksilbers aus der unteren Oeffnung hinaus in das Gefäß, so daß im oberen Theile der Röhre ein leerer oder vielmehr mit Wassergas gefüllter Raum entsteht. Dieser gasgefüllte Raum ist in der mit Aether benetzten Röhre größer, als in der andern, weil der Aether eine größere Expansionskraft hat als das Wasser.

Fig. 2.

Tension der Gase.

Eine Menge Erscheinungen des täglichen Lebens beruhen auf dem Gesetze, wodurch der Wasserdampf durch eine niedere Temperatur gezwungen wird, sich wieder in flüssiges Wasser zurück zu verwandeln. An den von außen erkälteten Fensterscheiben schlägt sich der in der Luft des warmen Zimmers enthaltene Wasserdunst als Fensterschweiß nieder, verdichtet sich zu Wasser. Wir sagen, eine Flasche bethaue, beschlage oder laufe an, wenn wir sie aus dem Keller oder mit kaltem Wasser gefüllt in das geheizte Zimmer

bringen. Es geschieht mit ihr genau dasselbe, wie an den Fensterscheiben. Diese Erscheinungen beruhen darauf, daß die von der Flasche und von den Fensterscheiben ausstrahlende Kälte den Wasserdampf der zunächstliegenden Luftschicht verdichtet und in kleinen Tröpfchen sichtbar werden läßt. Etwas Anderes ist das Feuchtwerden fester Körper, das sogenannte Anziehen in feuchter Luft. Dies beruht auf einer ganz ähnlichen Erscheinung wie die ist, daß die sonst so leicht bewegliche Luft in einer sehr dünnen, kaum mit Gewalt zu beseitigenden, Schicht an festen Körpern festhaftet. Dasselbe Vermögen hat auch der Wasserdampf der Luft, der sich an den Flächen verdichtet. Auf dieser Adhäsionskraft luftförmiger an festen Stoffen beruht die Uebertragbarkeit von Kontagien (z. B. der Pest) durch andere Stoffe, insofern die Voraussetzung richtig ist, daß dieselben auf einem der Luft beigemischten, ebenfalls luftförmigen Stoffe beruhen.

Wir werden im folgenden Abschnitte noch manche andere Erscheinungen durch dieses Gesetz erklären können.

Eine der für uns am meisten wichtigen Eigenschaften des Wassers als chemischen Körpers ist dessen auflösende Kraft, die Fähigkeit, andere Stoffe in sich aufzunehmen, und wir werden von der ganzen Größe dieser Bedeutung uns am besten in einem spätern Abschnitte überzeugen, in welchem wir das Wasser als Ernährer ins Auge fassen wollen.

Die Lösung besteht in der Aufnahme des aufgelösten Stoffes durch den auflösenden in den Raum, den dieser letztere bis zu diesem Augenblicke allein erfüllt hat mit innigster Vermengung und Formverähnlichung der einzelnen Theile beider. Wenn ich einen Theelöffel voll Salz in einem chemischen Probirgläschen voll Wasser aufgelöst habe, so ist dadurch die Raumerfüllung des Wassers wenig verändert worden, das Salz hat die Form einer Flüssigkeit angenommen und die Lösung sieht kaum etwas trüber als das reine Wasser vorher, und nur durch den Geschmack kann ich die Lösung von reinem Wasser unterscheiden. Der Unkundige ist nun leicht geneigt, diese Lösung wegen der innigen Vermischung beider Stoffe für eine chemische Verbindung zu halten, wie das Wasser eine chemische Verbindung von Wasserstoff und Sauerstoff ist. Das wäre aber ein Irrthum. Eine Lösung ist vielmehr blos eine mechanische Mischung, wobei der in dem flüssigen Stoffe gelöste feste Stoff seinen bisherigen Aggregatzustand verloren hat, indem er seine Theilchen mit

denen des flüssigen Stoffes in ein inniges Verhältniß zu einander gebracht hat. Man denke sich diesen Vorgang folgendermaßen. In den Salzkrystallen, um bei diesem Beispiele stehen zu bleiben, werden die kleinsten Theilchen desselben durch die sogenannte Cohäsionskraft zusammengehalten. Diese Kraft ist es also, welche es verhindert, daß ein Körper von selbst in seine Theilchen zerfalle, und es bedarf einer anderen Kraft, um sie zu überwinden, d. h. einen festen Körper zu zertheilen. Die Cohäsionskraft ist aber in verschiedenen Körpern ungleich groß; in den härtesten am größten, in weniger harten geringer. Wir können sie deutsch am bezeichnendsten Zusammenhangskraft nennen. Im Marmor müssen wir, um sie zu überwinden, Hammerschläge anwenden, in der Kreide reicht ein Druck unserer Finger dazu hin. In den dehnbaren und flüssigen Körpern findet sich die Cohäsionskraft in verschiedenen Graden modificirt. Während die Theilchen starrer Körper wohl aus ihrem Zusammenhange getrennt, aber innerhalb desselben nicht verschoben werden können, ist letzteres bei den dehnbaren und flüssigen möglich. Die verschiedenen Grade der Cohäsionskraft können durch Wärme und bei manchen starren Körpern durch Beimischung von Flüssigkeit verschiedentlich verändert werden. Das Kirschgummi wie das arabische Gummi kommt flüssig aus dem Pflanzeninnern hervor, und wird an der Luft durch Wasserverlust zuerst dehnbar und zuletzt starr; man kann ihnen durch Wasserzusatz beide Cohäsionsstufen bekanntlich wieder geben. Ein geringerer Grad von Hitze macht das in der Kälte fast ganz starre Wachs flüssig wie Wasser, ein höherer Grad thut dasselbe bei dem Blei, ein noch höherer bei dem Kupfer, was wir als Schmelzen bezeichnen. Alle drei aber kehren nach der Abkühlung wieder zu der Cohärenz starrer Körper zurück. Modifikationen der Dehnbarkeit sind die Streckbarkeit und die Hämmerbarkeit der Metalle, jene dieselben durch eine ziehende Gewalt in Fäden, diese unter den Schlägen des Hammers in Bleche formend.

Dehnbarkeit und Flüssigkeit beruhen beide auf der sogenannten Verschiebbarkeit der Massentheilchen, welche bei jener geringer als bei letzterer ist. Von beiden giebt es bekanntlich eine Menge Gradstufen, mehr und weniger dehnbare*), dick und dünnflüssige Körper.

*) Dehnbar darf nicht mit federkräftig, elastisch; verwechselt werden. Federkräftige Körper, z. B. Federharz und Kautschuck haben das Bestreben, nach dem Nachlassen der

Bei dem Wasser ist diese Verschiebbarkeit seiner Massentheilchen sehr groß und eben so groß das Bestreben, an seiner Oberfläche die wagerechte oder eben deswegen sogenannte wasserrechte oder Horizontalebene nach jeder Störung wieder herzustellen. Diese leichte Verschiebbarkeit der Massentheilchen des Wassers unterstützt seine auflösende Kraft, aber bedingt sie nicht, sonst müßte jede Flüssigkeit von gleicher Verschiebbarkeit seiner Massentheilchen an jedem lösbaren Stoffe die gleiche lösende Kraft ausüben, was nicht immer der Fall ist. Weingeist löst z. B. Kochsalz nicht auf. Wir müssen übrigens die veranlassenden Eigenschaften zu einer wässerigen Lösung in beiden Körpern nicht blos im Wasser suchen, in unserem Beispielsfalle also auch im Kochsalze.

Man kann sich übrigens den Vorgang bei einer Lösung noch nicht vollkommen deutlich machen und beschränkt sich zur Zeit noch auf eine Hypothese. Man nimmt an, daß den Massentheilchen der Körper nicht blos Cohäsionskraft innewohne, sondern daneben auch noch eine andere Kraft, die man Adhäsionskraft, Anhaftungskraft, genannt hat. Ist nun die Adhäsionskraft der Massentheilchen eines Körpers, welche sich bestrebt, sich mit den Massentheilchen eines andern Körpers zu verbinden, größer als die Cohäsionskraft und ist dies eben so der Fall bei einem andern Körper in Beziehung zu dem ersteren, so wird in beiden bei der Mischung die Cohäsionskraft überwunden und die Adhäsionskraft bewirkt eine innige Verbindung der Massentheilchen beider Stoffe in der Art, daß wir beide mit den Augen nicht mehr unterscheiden können; beide zusammen bilden eine Lösung. So ist es der Fall mit Wasser und Kochsalz, oder Zucker oder Gummi. Im Gummi ist aber die Cohäsionskraft gegenüber dem Weingeist größer als die Adhäsionskraft, daher sich Gummi in Weingeist nicht auflöst. Kreide, auch noch so fein gepulvert, löst sich in Wasser nicht auf, sondern sinkt darin nach und nach zu Boden, weil in einem von beiden, wahrscheinlich in der Kreide, die Cohäsionskraft größer als die Adhäsionskraft ist. Kreide und Wasser geben also keine Lösung.

Ist nun aber auch eine Lösung eine so innige Vermischung, daß man die einzelnen Theilchen der zwei oder mehr vermischten Stoffe nicht mit dem Auge,

ausdehnenden Gewalt in ihre frühere Raumerfüllungsform zurückzuspringen, was bei blos dehnbaren Körpern (z. B. Wachs) nicht der Fall ist.

selbst nicht mit dem bewaffneten unterscheiden kann, so bleiben dennoch alle wesentlichen Eigenschaften derselben neben einander in der Mischung bestehen. Eine Zuckerlösung in Wasser und eine andere in Weingeist sehen zwar einander vollkommen gleich, aber in ersterer schmeckt man neben dem geschmacklosen Wasser den Zucker und in der letzteren schmeckt man neben dem Zucker und riecht auch zugleich den Weingeist. Dieser Regel widerspricht der Umstand keineswegs, daß in Wasser gemischter Himbeersaft die Farblosigkeit des Wassers aufhebt, denn es ist keine Aufhebung, sondern nur ein getheiltes Nebeneinanderbestehen der Farben beider Körper, indem wir sehen, daß das Wasser die dunkle Röthe des reinen Saftes vermindert hat. Rother und weißer Wein zusammengegossen, was ebenfalls eine Lösung ist, giebt ein Farbengemisch aus beiden. Es machen sich also auch die Farben der Substanzen einer Lösung neben einander geltend.

Die auflösende Kraft des Wassers ist aber keine unbegrenzte, sondern von jedem darin überhaupt löslichen Stoffe kann es blos eine bestimmte Menge auflösen und Alles über dieses Maaß Hineingegebene bleibt darin ungelöst. Das Wasser, wie jede auflösende Flüssigkeit, kann daher gewissermaßen in seiner Auflösungs-Begierde gesättigt werden und man nennt daher eine Lösung eine gesättigte, wenn in ihr das höchste Maaß des darin löslichen Stoffes aufgelöst enthalten ist. So vermögen z. B. 100 Loth Wasser 36 Loth Kochsalz aufzulösen. Es kann aber die auflösende Kraft des Wassers, um hierbei von anderen Flüssigkeiten abzusehen, durch Wärme gesteigert werden, wenn man nicht vielmehr richtiger sagen muß, daß die Löslichkeit des festen Körpers dadurch gesteigert wird. Heißes Wasser in dem angegebenen Maaße vermag noch weitere 4 Loth Kochsalz aufzulösen. Erkaltet die Lösung nachher, so scheiden sich diese 4 Loth als Krystalle wieder aus. Es ist ferner ein Merkmal, und den chemischen Verbindungen gegenüber ein unterscheidendes Merkmal der Lösung, daß man bis zur Sättigung jede beliebige Menge eines löslichen festen Stoffes in einer Flüssigkeit lösen kann. Ich kann wenig oder viel Salz in einem Glase Wasser auflösen; jedoch, wie wir eben hörten, nicht über 36 Procent.

Die chemischen Verbindungen sind zwar im weitesten Sinne des Wortes auch nur Vermischungen zweier oder mehrerer Elemente, und gehören demnach, streng genommen, mit den Lösungen in eine Klasse, allein es kommen

doch dabei mancherlei Erscheinungen vor, wodurch sie von den Lösungen sich unterscheiden und die innigste und vollständigste Stufe der Mischung bilden.

Zunächst ist es bei der Herstellung einer bestimmten chemischen Verbindung nicht zulässig, eine beliebige Menge des einen mit einer beliebigen Menge des andern Stoffes zu verbinden, indem die chemischen Verbindungen immer streng an gewisse Mengenverhältnisse gebunden sind. Wenn der Chemiker Wasserstoff und Sauerstoff zu Wasser vermischen will, um mich hier einmal dieses unzulässigen Ausdruckes zu bedienen, so kann er dazu nicht von dem einen und dem andern eine beliebige Menge nehmen; nur in dem fest bestimmten und unabänderlichen Verhältnisse von ungefähr 88 Gewichtstheilen Sauerstoff und 11 Gewichtstheilen Wasserstoff bilden beide das Wasser.

Da das Wasser auch bei den chemischen Verbindungen eine große Rolle spielt, so wird es nicht unangemessen sein, die wichtigsten Eigenschaften einer chemischen Verbindung einzuschalten.

Wir müssen dem aber noch eine kurze Erläuterung des Begriffes Atom vorausschicken, worüber im Volke meist sehr unklare und irrige Ansichten herrschen.

Bekanntlich heißt Atom etwas Untheilbares und zwar (was allerdings nicht nothwendig im Worte, aber im Sprachgebrauche liegt) etwas wegen seiner äußersten Kleinheit eine noch weitere Theilung nicht Zulassendes. Da wir nun auch die kleinsten Körperchen, die wir mit unsern Vergrößerungen zu erkennen vermögen, mit hinlänglich feinen Werkzeugen wirklich entweder noch weiter theilen oder wenigstens als noch weiter theilbar, als noch kleiner zu machend, uns vorstellen können, so folgt daraus von selbst, daß eigentlich der Begriff Atom außerhalb des Bereiches unserer sinnlichen Wahrnehmung liegt, streng genommen nur ein Gedankending, eine Vorstellung ist. Die Chemie faßt den Begriff Atom nicht in dieser Weise auf, sondern sie nimmt an, daß alle einfachen Stoffe, und wenn sie auch wie das Eisen in noch so großen Massen zusammenhängend vorliegen, aus lauter kleinsten Theilchen zusammengefügt sind, deren jedes die Eigenschaften des betreffenden Elementes an sich hat und welche man nicht blos wegen der Kleinheit, sondern auch deswegen nicht weiter theilen kann, weil denselben eine gewisse gestaltliche Selbstständigkeit zukommt. Fänden wir z. B. mit dem stärksten erst noch zu construirenden Mikroskop, daß die Atome des Eisens unendlich kleine Würfel

oder Kugeln seien, so würden wir sie als die Atome auch dann noch anerkennen, wenn wir sie uns noch weiter theilbar denken könnten, weil diese alsdann noch vornehmbare Theilung eine Zerstörung, ihre gestaltliche Selbstständigkeit aufhebende sein würde. In dieser Auffassung wären freilich die chemischen Atome im buchstäblichen Sinne keine Atome mehr. Wenn aber überhaupt die ganze Annahme von Atomen sich einmal thatsächlich als begründet erweisen sollte, so wird man finden, daß die chem. Atome eine bestimmte Form haben, weil wir uns nicht denken können, daß die unendlich kleinen Träger z. B. der Eigenschaften des Eisens, keine bestimmte übereinstimmende Gestalt haben sollten. Da nun Eisen andere Eigenschaften als Gold hat, so muß im Einklange mit der eben ausgesprochenen Meinung ein Eisenatom und ein Goldatom, beide denkbar kleinste Körper, dennoch verschiedene Dinge sein und, weil mit verschiedenen Eigenschaften und Kräften begabt, wahrscheinlich in Gestalt, Gewicht oder etwa auch im Grade der Kleinheit verschieden.

Ich habe aber schon angedeutet, daß der Chemiker seine Atome noch niemals gesehen hat, daß sie also blos ein wissenschaftlicher Nothbehelf sind, obgleich einer, der eine große Wahrscheinlichkeit, ja gewissermaßen eine zwingende Nothwendigkeit für sich hat.

Ich schalte nun hier die Annahmen ein, auf welchen die so wichtige Atomenlehre der Chemie beruht und entlehne dieselben wörtlich aus den „Grundzügen der Chemie von Dr. H. Hirzel“ S. 42 f. *).

„1. Die Atome sind die kleinsten, einfachsten, materiellen Theilchen, in welche man sich jede Substanz zerlegbar denkt.

2. Die Atome sind nicht mehr theilbar, unveränderlich und undurchdringlich; sie besitzen ein bestimmtes Gewicht, eine bestimmte Größe und vielleicht auch eine bestimmte Gestalt.

3. Die Atome ein und desselben Elementes haben durchaus dieselben Eigenschaften, sind einander also vollkommen gleich.

4. Die Atome der verschiedenen Elemente sind dagegen namentlich in Bezug auf Gewicht und Größe von einander verschieden.

5. Die Atome sind so klein, daß sie selbst das mit dem besten Mikroskope

---

*) Grundzüge der Chemie von Dr. H. Hirzel. Leipzig bei E. Keil 1856. Als erster Band der „Bücher der Natur“. Herausgegeben von E. A. Roßmäßler.

bewaffnete Auge nicht zu erblicken vermag; doch ist es nicht unwahrscheinlich, daß man noch so feine Instrumente verfertigen wird, welche unserem Auge die Atome sichtbar zu machen vermögen. Dies wäre allerdings ein Fortschritt, der für die Erweiterung und bestimmte Begründung unserer Kenntnisse von unermeßlichen Folgen wäre.

6. Sowohl die gleichen Atome eines Elements, als auch die ungleichen Atome verschiedener Elemente zeigen eine gegenseitige Anziehung, welche um so größer ist, je näher, um so geringer, je entfernter die Atome von einander stehen.

7. Obgleich die Atome sich gegenseitig anziehen, so können sie doch nie so nahe zusammentreten, daß sie sich wirklich berühren; sie bleiben in verhältnißmäßig großer Entfernung von einander, so daß sie in ähnlicher Weise durch, im Vergleiche zu ihrer Größe sehr bedeutende Zwischenräume getrennt sind, wie die Himmelskörper im Weltenraume.

8. Die die einzelnen Atome trennenden Zwischenräume lassen sich bis zu einem gewissen Grade vergrößern oder verkleinern, sind aber auch nicht sichtbar.

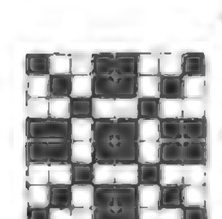
9. Die Eigenschaften eines Elements hängen durchaus nicht allein von den eigenthümlichen Eigenschaften seiner Atome, sondern zugleich auch von der gegenseitigen Lage der Atome, sowie von der Größe der diese trennenden Zwischenräume ab. Es ist daher möglich, ein und dasselbe Element mit sehr verschiedenen Eigenschaften zu erlangen. Diamant, Graphit und schwarze Kohle sind alle drei Kohlenstoff und doch äußerlich ganz verschieden. Man kennt den Phosphor als gelben, giftigen, im Finstern leuchtenden, sehr leicht entzündlichen Körper, kann ihn jedoch auch roth oder schwarz, nicht giftig, nicht leuchtend, schwieriger entzündlich darstellen und doch sind die beiden, ganz verschieden erscheinenden Substanzen ein und dasselbe Element.

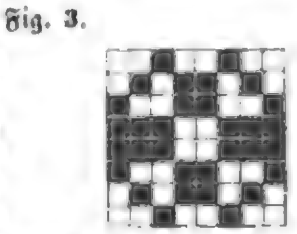
10. Die Atome liegen daher nicht chaotisch durcheinander, sondern stehen in regelmäßigen Anordnungen, bilden sehr regelmäßige Gruppen mit einander. Je nachdem aber diese Gruppirung eine verschiedene ist, erscheint uns der Körper mit verschiedenen Eigenschaften."

Der letzte Punkt bedarf zunächst einiger weiteren Ausführung, weil er eigentlich derjenige ist, der am meisten zu der Annahme der Atomtheorie nöthigt. Es giebt namentlich unter den sogenannten organischen Verbindungen,

d. h. solchen, die sich im Körper von Pflanzen und Thieren bilden, mehrere, welche bei vollkommen gleicher chemischer Zusammensetzung für unsere sinnliche Wahrnehmung dennoch als ganz verschiedene Körper mit ganz verschiedenen Eigenschaften erscheinen. Zucker, Stärkemehl, Gummi, Baumwolle (aus Pflanzenfaser bestehend) für unseren Geschmack und für das Auge so höchst verschiedene Dinge, Zucker und Gummi in kaltem Wasser löslich, Baumwolle in Wasser vollkommen unlöslich, Stärkemehl in kaltem Wasser nicht und in heißem nur theilweise löslich — sie alle bestehen aus den gleichen Mengen Kohlen (12)=, Wasser (10)= und Sauerstoff (10). Dieses Räthsel ist nicht minder überraschend, als es sein würde, wenn Jemand behaupten wollte, er könne durch 6 Theile Ruß und 6 Theile Bleiweiß einmal Grau, ein andermal Grün, ein drittesmal Roth mischen. Um dieses Räthsel einigermaßen zu erklären, bleibt nichts anderes übrig, als die in Punkt 10. ausgesprochene Annahme. Man kann sich dies etwa dadurch veranschaulichen, daß man die 32 schwarzen und die 32 weißen Felder des Schachbretes bald so bald so zusammenstellt, wodurch man für das Auge, obgleich immer genau mit denselben Mitteln gebildet, doch ganz verschiedene Bilder erhält, etwa wie in den nebenstehenden Beispielen, denen noch eine große Menge ähnliche, alle blos Anordnungs=Veränderungen der 64 Felder des Schachbretes, hinzugefügt werden könnten. Es steht mit dieser chemischen Uebereinstimmung der genannten Stoffe in einem gewissen Einklange, daß sich dieselben theils künstlich in einander umwandeln lassen, theils im pflanzlichen Lebensproceß von selbst in einander verwandeln, wie sich z. B. der Zucker der jungen Erbensamen bei der Reife in Stärkemehl und das Stärkemehl der Gerstenkörner beim Keimen (Malzen) sich in Zucker umändert.

Fig. 3.





Zur Veranschaulichung der Atomgruppirung.

Nach diesen Bemerkungen über die Atome der Chemiker gehen wir zu der Charakterisirung des Begriffes einer chemischen Verbindung über.

Indem zwei oder mehr Elemente oder mehrere aus Elementen bereits zusammengesetzte Verbindungen zu einer chemischen Verbindung zusammentreten, gruppiren sich, nach der Atomenlehre, die einzelnen Atome derselben in einer gewissen Regelmäßigkeit der Anordnung zusammen. Dabei wirkt nicht, wie wir dies bei den Lösungen sahen, eine allgemeine Adhäsionskraft, sondern

eine bestimmter sich aussprechende Vereinigungskraft, welche man chemische Verwandtschaftskraft, chemische Verwandtschaft, Affinität, nennt. Daß diese Kraft mehr besonderer Natur sein müsse, leuchtet daraus ein, daß die Atome der verschiedenen Elemente einander nicht gleichmäßig anziehen, sondern die Atome des einen Elementes die eines zweiten stärker und williger als die eines dritten anziehen, mit denen eines andern wohl auch gar keine Affinität zeigen. Dabei vereinigen sich die Elemente nicht in willkürlichen, sondern immer nur in fest bestimmten Gewichts-Verhältnissen. Bei der Lösung fanden wir bis zur Sättigung der Lösung hierin keine bestimmten Verhältnißgesetze. Diese Gesetzmäßigkeit der Verbindungs-Verhältnisse, chemische Verbindungen, hinsichtlich der Gewichtsantheile bleibt sich an allen Orten und zu allen Zeiten gleich. In der chemischen Verbindung verlieren die in ihr vereinigten Elemente ihre Eigenschaften und Merkmale und die Verbindung erscheint nun als ein neuer Körper mit ganz anderen Merkmalen als die sie zusammensetzenden Elemente. Das Quecksilber und der Schwefel, zwei allgemein bekannte Elemente, bilden die chemische Verbindung des eben so bekannten Zinnobers, in welchem wir außer der großen Schwere des Quecksilbers die Merkmale und Eigenschaften der beiden Elemente nicht wieder erkennen. Wir können den Zinnober aber wieder in seine beiden Bestandtheile, Schwefel und Quecksilber, mit allen ihren Eigenschaften und Merkmalen trennen, denn dies ist eine weitere Eigenschaft der chemischen Verbindungen. Diese Zerlegbarkeit der chemischen Verbindungen in ihre Elemente zwingt zu der Annahme, daß sich die Atome in der Verbindung nicht einander durchdringen, in einander aufgehen, sondern blos neben einander lagern, weil sonst eine Trennung derselben nicht gut denkbar ist.

Es ist schon oben bemerkt worden, daß das Wasser bei der Bildung der chemischen Verbindungen eine große Rolle spiele und namentlich ist dies in den organischen Verbindungen der Fall. Hier ist aber nicht der Ort, diese chemische Bedeutung des Wassers weiter zu verfolgen und wir müssen das davon für unseren vorliegenden Zweck Nothwendige auf die späteren Abschnitte vertheilen, wo wir namentlich bei der Betrachtung „des Wassers als Ernährer“ viel Veranlassung finden werden, die große Bedeutung des Wassers hervorzuheben. Hier sei zum Schlusse dieses Abschnittes nur noch einiger Eigenthümlichkeiten des Wassers gedacht, die uns im gewöhnlichen Leben oft begegnen.

Bei der auflösenden Kraft des Wassers, welches man deshalb das allgemeine Lösungsmittel nennen kann, um so mehr, als es durch Erhitzung (heiße Quellen) und den ihm fast immer zukommenden Gehalt an Kohlensäure an auflösender Kraft gewinnt — findet man auf der Erde selten ganz (chemisch) reines Wasser. Selbst die meisten Quellwässer enthalten gewöhnlich, freilich für Zunge und Auge unwahrnehmbar, mehr oder weniger von den Mineralstoffen aufgelöst, über welche sie im Innern der Erdrinde ihren Weg nahmen. Selbst Regen- und Schneewasser ist selten ganz rein. Es ist uns schon bekannt, daß man durch Destillation das Wasser von allen solchen ihm ursprünglich fremden Stoffen reinigen kann und darum ist destillirtes Wasser chemisch rein, wenn man dabei die nöthige Vorsicht anwendet.

Das in der freien Natur vorkommende Wasser ist mit aufgelösten Stoffen oft so stark vermischt, daß es dadurch entweder ohne weiteres zu nützenden Zwecken eine große Verwendung findet (Mineralquellen), oder daß die Abscheidung der darin aufgelösten Stoffe ein Mittel wird, dieser (nützlichen) Stoffe habhaft zu werden, wofür die Soolquellen und das Seewasser hinsichtlich des Kochsalzes bekannte Beispiele sind.

Wenn feste Körper vom Wasser berührt werden, so werden sie an der Oberfläche naß, was mit dem doch ebenfalls flüssigen Quecksilber und mit geschmolzenen, also ebenfalls flüssigen, Metallen nicht der Fall ist. Dies kann nur darin seinen Grund haben, daß die kleinsten Theilchen des Wassers zu dem festen Körper eine größere Anziehung haben, als unter einander selbst. Durch denselben Grund erklärt sich auch die sogenannte Haarröhrchen-Anziehung, Kapillarität, welche darin besteht, daß in einem haarfeinen Röhrchen oder in dem dünnen Raume zwischen zwei ganz glatten Flächen das Wasser selbst dem Gesetze der Schwere entgegen emporsteigt. Mit einer in Wasser getauchten feinen Thermometerröhre und zwei mit den Fingern zusammengepreßten Glasstreifen kann man sich leicht davon überzeugen. Die Folge, welche das Wasser dem Gesetze der Kapillarität leistet, ist im Naturhaushalte von erheblicher Bedeutung, namentlich in der Feuchthaltung des Bodens, in dessen zahllosen feinen Zwischenräumen das Wasser dadurch sich fortbewegt.

Diese dem organischen Leben und zunächst unmittelbar der Pflanzenwelt so nothwendige Durchtränkung des Bodens mit Wasser wird mehr noch als in der eben angegebenen Weise dadurch vermittelt, daß poröse Stoffe aus der

Luft das gasförmige Wasser aufsaugen und in sich zusammendrücken und verdichten (condensiren), d. h. zu tropfbarem Wasser machen. Solches Wasser, was in den freilich unsichtbar kleinen Zwischenräumen fester Körper enthalten ist, nennt man hygroskopisch gebundenes Wasser und solche Körper, welche überhaupt hygroskopisch, d. h. fähig sind, in ihren Poren gasförmiges Wasser zu condensiren, enthalten fast zu jeder Zeit wenigstens etwas hygroskopisch gebundenes Wasser, auch wenn sie dem Ansehen und Gefühle nach ganz trocken zu sein scheinen. In dieser Hinsicht sind die Moose und Flechten am Boden der Waldungen von großer Bedeutung, welche je nach dem Wechsel der Lufttemperatur und den Tageszeiten fortwährend Wasser aufsaugen und wieder abgeben, und dadurch die Feuchtigkeit und Fruchtbarkeit des Bodens erhalten helfen. Die geheime Anwesenheit des Wassers kann man leicht nachweisen, wenn man einige Spähne von lufttrocknem Holze in einem dünnen Medicingläschen über einer Spiritusflamme stark erhitzt, wodurch das hygroskopisch darin enthaltene Wasser als Dampf ausgetrieben wird, der sich als Beschlag inwendig an dem Glase niederschlägt. Je mehr die Luft mit Wasserdünsten erfüllt ist, desto mehr können sich die hygroskopischen Körper voll Wasser saugen und wir sehen, auch ohne es näher zu beachten, eine Menge der verschiedenartigsten Vorgänge in der Natur. Dahin gehört z. B. die dunklere Färbung eines Pfades bei sehr feuchter Luft, das sogenannte Verquellen von Fensterflügeln, das Schwitzen von Sandsteinmauern u. dergl. Man hat diese Fähigkeit poröser Körper, Wasserdunst zu verdichten, dazu benutzt, den Feuchtigkeitsgehalt der Luft zu messen und aus solchen Körpern Hygrometer oder Hygroskope, Luftfeuchtigkeitmesser, verfertigt, von welchen im folgenden Abschnitte die Rede sein wird.

Wir haben noch über das Meerwasser, über das sogenannte Krystallisations-Wasser und die Auflösung von Gasen im Wasser Einiges hinzuzufügen.

Außer dem bekannten Kochsalzgehalte enthält das Meerwasser immer auch noch einige andere chemische Verbindungen in Lösung. Marcet fand in 1000 Theilen Seewasser

26,6	Chlornatrium (Kochsalz),
4,66	schwefelsaures Natron,
1,232	Chlorcalcium,
5,154	Chlormagnesium.

Außerdem enthält es auch in sehr geringen Mengen Chlorkalium, schwefelsaures Kali und Spuren von Brom und Jod mit Natrium und Magnesium verbunden.

Seit langem beschäftigt die Frage nach dem Ursprunge des Salzgehaltes des Meerwassers das Nachdenken der Naturforscher und ohne einer ausführlichen Betrachtung des Meeres in einem besondern Abschnitte vorgreifen zu wollen, schalte ich die den meisten meiner Leser gewiß überraschende Bemerkung ein, daß namentlich ein amerikanischer Physiker, der nordamerikanische Flottenleutnant Maury die Meinung vertheidigt, daß der Salzgehalt dem Meere wenigstens zum Theil durch die Flüsse zugeführt werde. Wir werden ferner finden, daß der Salzgehalt des Meerwassers nicht überall gleich sei und es wird nicht schwer halten, dafür maaßgebende Gründe aufzufinden.

Zu den Betrachtungen, welche sich an das Wort Krystallisationswasser knüpfen, ist es erforderlich, noch einmal zu den Lösungen zurückzukehren. Bei Betrachtung dieser haben wir erfahren, daß das Wasser nicht jede beliebige Menge eines darin überhaupt löslichen Stoffes aufzulösen vermöge, und daß seine Lösungskraft durch Wärme vermehrt werden könne, daß es aber nach dem Erkalten den durch die Erwärmung aufgelösten Ueberschuß wieder ausscheide.

Dieser freiwilligen Wiederausscheidung steht eine künstliche, in ausgedehntestem Maaße zulässige Ausscheidung der festen Stoffe aus einer wässerigen Lösung zur Seite.

Wenn der in Wasser aufgelöste Körper vor der Auflösung in demselben eine krystallinische Gestalt hatte, wie z. B. Kochsalz oder Rohrzucker, so kann man ihn in dieser Gestalt wieder gewinnen, wenn man das Wasser nöthigt, in Dampf- oder in Gasgestalt aus der Lösung zu scheiden. Stark gesalzene Butter überzieht sich oft nach einiger Zeit mit einer Kruste regelmäßiger Salzkrystalle. Bei der Bereitung der Butter ist das Salz, womit man namentlich in Norddeutschland derselben einen gesalzenen Geschmack giebt, nicht allein in der Butter, sondern mehr noch dem Bereitungsverfahren zufolge in dem ihr beigemischten Wasser aufgelöst. Indem letzteres an der Oberfläche der Butter verdunstet, läßt es das Salz in der ihm eigenthümlichen würfelförmigen Krystallgestalt zurück. Da wo man das Kochsalz aus sogenannten Soolquellen gewinnt, geschieht im Wesentlichen dasselbe, nur daß man die Verdunstung des

Wassers durch Sieden der Soole beschleunigt. In viel großartigerem Maaßstabe jedoch findet diese Salzgewinnung in manchen sogenannten Salzsteppen statt. In denselben ergießen sich mit Salz nahezu gesättigte Soolquellen an die Oberfläche der Erde und die heißen Sonnenstrahlen bewirken schnell die Verdunstung des Wassers, so daß eine dicke und feste Salzkruste den öden alles Pflanzenwuchses beraubten Boden überzieht, aus welcher man mühlsteinförmige Massen haut und zur Versendung mühsam wegrollt.

Je ruhiger und allmäliger diese Krystallbildung vor sich geht, desto vollkommner und regelmäßiger und meist auch zugleich größer werden die Krystalle. Daher wird der Rohrzucker bei der Raffinerie, da man ihn dicht und keine freien großen Krystalle will, während des Krystallisations-Prozesses öfters umgerührt, während zur Gewinnung des Kandiszuckers, der bekanntlich schöne große ausgebildete Krystalle zeigt, der Zuckersaft ruhig stehen bleibt, wobei sich die Krystalle an eingehängten Fäden ansetzen, da die Krystalle sich am liebsten an festen Punkten ansetzen.

Die Krystallbildung läßt sich auch dadurch befördern, daß man in die Lösung einen Krystall des darin aufgelösten Stoffes legt, um welchen dann die Krystalle leichter anschießen. Hat man eine Lösung vor sich, in welcher zwei krystallisirbare Stoffe aufgelöst sind, so kann man leicht den einen derselben allein heraus krystallisiren lassen, wenn man einen ihm gleichen Krystall hineinlegt.

Es giebt aber noch andere Mittel als die Verdunstung des Wassers, um einen aufgelösten Stoff in der Lösung sich auskrystallisiren zu lassen. Ein solches ist namentlich, daß man zu dem Lösungsmittel, z. B. Wasser, ein anderes, z. B. Weingeist, gießt, welches die lösende Kraft des ersten Lösungsmittels, indem es sich damit vermischt, vermindert. Es ist dies einer der chemischen Vorgänge, der der schlichten Auffassung sehr einleuchtend ist. Habe ich z. B. eine wässerige Lösung, in welcher ein in Weingeist unlöslicher Stoff aufgelöst ist, und ich gieße Weingeist zu dieser Lösung, so finden wir es sehr begreiflich, daß sich der Weingeist gewissermaßen zwischen die beiden Glieder der Lösung drängt und so den aufgelösten festen Stoff nöthigt, in Krystallform von dem Wasser zu scheiden.

Bei dieser Krystallbildung in einer wässerigen Lösung wird von manchen Stoffen eine größere oder geringere Menge von Wasser in die Krystalle mit

hineingezogen, ohne daß man solchen Krystallen äußerlich ihren Wassergehalt anmerkt. Dieses Wasser heißt Krystall- oder Krystallisationswasser. Manche krystallisirbaren Stoffe nehmen bald mehr bald weniger solches Krystallwasser in sich auf, was dann aber einen Einfluß auf ihre Krystallform ausübt; dasselbe ist der Fall bei anderen, welche bald mit bald ohne Krystallwasser krystallisiren. Diese Ungleichheit des Gehaltes an Krystallwasser ist durch den Wärmegrad bedingt, unter welchem die Krystallisation stattgefunden hat.

Außer dem Krystallwasser enthalten die in Lösungen anschießenden Krystalle noch etwas mechanisch eingeschlossene Mutterlauge, wie man die Lösung dann nennt, wenn der darin gelöst gewesene Stoff wenigstens zum größten Theile herauskrystallisirt ist. Mutterlauge ist z. B. das Wasser in den Siedekesseln der Salzwerke, aus welchem das Kochsalz gewonnen worden ist.

Das Krystallwasser entweicht oft leicht an der Luft aus den Krystallen einfach durch Tension, wodurch dieselben meist ihre Durchsichtigkeit verlieren und wie man sagt blind werden. Das mechanisch eingeschlossene Wasser kann durch Hitze leicht ausgetrieben werden, wodurch dasselbe Gasgestalt annimmt und bei der Ausdehnung das Krystall mit einem knisternden Geräusch zersprengt, was man decrepitiren nennt.

Krystallwasser finden wir nicht blos in den auf chemischem Wege bereiteten Krystallen, sondern auch in denen fast aller Steinarten, weil dieselben meist auf gleichem Wege aus Lösungen entstanden sind.

Jedermann weiß, daß das Wasser auch Gase aufzulösen vermag, denn Jedermann spricht von dem Kohlensäuregehalt des Selters-Wassers und lange auf Flaschen liegenden Bieres, und Jedermann kennt die Schwefelwässer. Dabei kann das Wasser von manchen Gasarten mehr als sein eigenes Raummaaß aufnehmen. Die Art der Verbindung in einer solchen Gaslösung in Wasser ist nicht hinlänglich ermittelt, doch scheint sie mehr mechanischer als chemischer Natur zu sein, weil je dünnflüssiger eine Flüssigkeit, desto größer ihr Vermögen ist, Gase in sich aufzunehmen.

Bei dem Vermögen des Wassers, Gase aufzulösen oder wenigstens in sich aufzunehmen, ist es selbstverständlich, daß alles Wasser auch atmosphärische Luft enthält, mit Ausnahme desjenigen, welches Schwefelwasserstoff

(Schwefelwässer) und Eisen enthält. Dieser Luftgehalt des Wassers kann 5 bis 5¼ Procent seines Raummaaßes betragen.

Bei der Wichtigkeit, welche manche Gasarten für das organische Leben haben, leuchtet die Wichtigkeit dieser Eigenschaft des Wassers ein. In dem Abschnitte „das Wasser als Ernährer" werden wir hierüber näheren Aufschluß erhalten.

Zweiter Abschnitt.

Das Wasser als Bestandtheil des Luftmeeres *).

Zwischen zwei Meeren; Zusammensetzung der Luft überall gleich; Federkraft der Luft; Luftdruck; Verschiedenheit desselben; Beimengungen der Luft; Kohlensäure in Wasser-Quellen und Eigenschaften der Kohlensäure; Wassergehalt der Luft nach dem Wärmegrade verschieden; Höhe des Luftmeeres; Lufterscheinungen, Meteore; Hydrometeore; Luftströmungen; Wärme; Quellen der Wärme; wissenschaftlicher Begriff der Wärme; freie und gebundene oder latente Wärme; Meinungsverschiedenheit über das Wesen der Wärme, ob ein Stoff oder ein Zustand der Körper; Geburtsstätte der großen Luftströmungen; Maury's Verdienste um die Kenntniß derselben; Wasserverdunstung die Triebfeder des Kreislaufes des Luftmeeres; der Aequator verwaltend ein Wassergürtel; Wasserverdampfung auf demselben; Passatwinde; mehrmalige Kreuzung der oberen und der unteren Luftströmungen Fig. 4.; die Luftströmungen sind die bewegende Kraft bei Vertheilung des atmosphärischen Wassers; mehr wässerige Niederschläge auf der nördlichen Halbkugel als auf der südlichen; Hygrometer; Hygroskop; Saussüre's und Daniell's Hygrometer Fig. 5. 6. 7.; Thau; Nebel; Reif; Bedingung der Thaubildung; Rauchfrost; Glatteis, Dunstanhang; Nebelseen; trockne Nebel, Höhenrauch; die Wolken; Wolkenformen; Federwolke, Haufwolke, Schichtwolke und deren Mittelformen; Höhe der Wolken; Größe der Wolken; Wassergehalt, Geschwindigkeit, Wetterverkündigung der Wolken; Wetterbäume; der Regen; Staubregen; Bedingungen der Regenbildung; Regenmesser, Fig. 8.; Mengen des Regens; Abhängigkeit des Regenfalls von den Luftströmungen; die tropischen Regen; Schnee; Graupeln, Hagel; Formen der Schneeflocken Fig. 9.; Wasserhosen Fig. 10. 11.; Regenbogen.

Aus der Wolke
Quillt der Segen,
Strömt der Regen.
Schiller.

Der Name Dunstkreis deutet schon von selbst an, daß Wasserdunst ein beständiger Begleiter der Lufthülle ist, welche den Erdball umgiebt und geringes

*) In neuerer Zeit wird in der wissenschaftlichen Ausdrucksweise das griechische Wort Atmosphäre und selbst das dafür gangbare deutsche Dunstkreis immer allgemeiner von Luftmeer verdrängt.

Digitized by Google

Nachdenken belehrt uns, daß dieser Wasserdunstgehalt des Luftmeeres kaum ein weniger unentbehrlicher Theil desselben für das organische Leben sei, als es dessen Sauerstoffgehalt ist. Ein Land, über welches der Himmel weder Regen noch Thau niederträufeln ließe, wäre ein Grab für alles Leben.

Wenn wir bei ganz vollkommen windstillem Wetter auf dem Vorderdeck eines jener eleganten Rheindampfer stromabwärts fahren, so wühlt ein starker Luftzug in unsern Kleidern und wir könnten leicht glauben, daß sich seit unserer Abfahrt ein Wind erhoben habe, wenn uns nicht die regungslos und schlaff von der Mastspitze herabhängenden Wimpel der Frachtschiffe eines Andern belehrten, welche an langem Tau vom Ufer aus zu Berg gezogen werden, während sie doch mit dem Winde segeln könnten, der uns neckt, wenn dieser eben mehr als ein neckendes Trugbild wäre.

Daß es der Erdkugel nicht eben so ergeht wie unserem Dampfboote, welche doch noch viel schneller im doppelten Kreislaufe um ihre Axe und um die Sonne schwingt, das verhütet, Jeder weiß es, die Dunsthülle, welche sie umgiebt, und welche fest an die Erdoberfläche gebunden, mit der Erdkugel sich dreht. Die Erdkugel fliegt nicht nackt und entblößt durch den eisigen Aether, sondern verhüllt mit dem durchsichtigen und doch dichten Schleier des Luftmeeres. Wir leben zwischen zwei Meeren, auf dem Grunde des Luftmeeres und an der Oberfläche des Wassermeeres.

Dies ist zwar keinem meiner Leser neu, aber es ist gut, uns unsere Stellung als Erdenbewohner klar im Bewußtsein zu erhalten, daß wir uns des Alltäglichen, denn das Größte kann alltäglich werden, dann und wann einmal im buchstäblichen Sinne erinnern, d. h. es uns innerlich machen. Es ist etwas Alltägliches, wenn wir auf hohem Thurme das Federchen der im Glockenstuhle nistenden Schleiereule ruhig auf dem Sims der Brustwehr liegen sehen, und doch ist es werth, einmal daran zu denken, daß die Feder in dieser Lage in jeder Minute eine Luftreise von etwa 217 Meilen macht, ohne weggeweht zu werden. Letzteres vermag der Hauch aus eines Kindes Mund, nicht aber vermag es die reißende Wirbelbewegung der Axendrehung und der Sonnenbahn der Erde.

Daß der Axendrehung der Erde entgegen alle Körper fest an der Erdoberfläche gehalten, und fallende zu ihr niedergezogen werden, schreibt man mit Newton bekanntlich der *Schwerkraft*, *Gravitation* des Erdkörpers zu.

Dieselbe Kraft kann es nur sein, wodurch der Dunstkreis an der Erdoberfläche festgehalten wird. Diese Anziehungskraft wächst mit der Annäherung eines fallenden Körpers an die Erdoberfläche, daher die Fallgeschwindigkeit je näher der letzteren desto größer wird; oder umgekehrt: die Anziehungskraft der Erde auf einen Körper ist desto geringer, je höher sich derselbe über der Erdoberfläche befindet.

Die Luft, wie wir vorzugsweise neben andern Gasarten die Masse des Luftmeeres zu nennen pflegen, besteht aus einem Gemenge von etwas weniger als 21 Raumantheilen Sauerstoff und etwas mehr als 79 Theilen Stickstoff (genauer 20,81 und 79,19). Dieses Mischungsverhältniß bleibt sich immer und überall gleich. Wenn wir also über die erstickende Luft in einem von Menschen überfüllten Saale klagen, so ist unser körperliches Mißbehagen nicht etwa dadurch bedingt, daß die vielen Lungen durch Sauerstoffverbrauch dieses Mischungsgleichgewicht der Luft gestört hätten, sondern in anderen Dingen, namentlich in den ihr beigemischten unathembaren Gasarten. Nur auf offenem Meere enthält die Luft ein Geringes weniger Sauerstoff als anderwärts.

Wir wissen schon, daß die Luft der rohen Anschauung zuwider eben so gut wie der Stein ein Körper ist. Wenn sie mit höchster Gewalt als Orkan daher fährt, so widerstehen ihr fast nur die Grundfesten der Berge und ihnen nachgebildete Riesenbauten der Menschen. Und dennoch ist der Zusammenhang ihrer kleinsten Theilchen so lose, daß sie nur ein elastisch-flüssiger oder gasförmiger Körper ist, dessen Anwesenheit wir bei unsern Bewegungen in ihm meist gar nicht wahrnehmen. Wir verdanken diese für uns so erwünschte Eigenschaft der Luft ihrer ungemessenen Ausdehnbarkeit und Federkraft, welcher letzteren zufolge sie sich auch in hohem Grade zusammendrücken läßt. Im kleinen lehrt uns das die Windbüchse, im großen Maaßstabe zeigt es der Orkan, der nur dadurch bedingt sein kann, daß durch plötzliche Abkühlung verdichtete und dadurch schwerer gewordene obere Luftschichten gewaltsam herabstürzen.

Obgleich die Ausdehnbarkeit der Luft neben der bereits erwähnten Abnahme der Anziehungskraft der Erde in höheren Luftschichten es mit sich bringt, daß die Atmosphäre in der Höhe immer weniger dicht, also auch immer weniger schwer wird, so drücken die oberen dennoch die unteren Luftschichten derart, daß, je höher wir ihn prüfen, wir den Luftdruck desto geringer und

je näher an der Erdoberfläche, desto größer finden. Wir wissen, daß auf jeden Geviertzoll eines in der Luft befindlichen Körpers die Luft mit einem Gewichte von 15 Pfd. drückt (auf unsern Körper also mit der Last von etwa 20,000 Pfd.) und daß wir den Luftdruck durch das Barometer messen können*). Dabei hat man sich dies so zu denken, daß man von jeder beliebigen Fläche auf der Erde eine Luftsäule bis hinauf an die Grenze der Atmosphäre sich vorstellt, für welche jene Fläche die Grundfläche abgiebt, und welche nun als ein zusammenhängender Körper mit ihrem Gewichte auf diese letztere drückt. Je kürzer diese Luftsäule ist, d. h. je höher sich ein Punkt über dem Meeresspiegel befindet, desto geringer muß also der auf diesen Punkt ausgeübte Luftdruck sein.

Folgende kleine Liste giebt von Zoll zu Zoll des Luftdruckes auf das Quecksilber des Barometers an 15 Punkten der Erde deren entsprechende Höhe über dem Meeresspiegel an. Das Barometer steht

28	par. Zoll	auf dem Meeresspiegel, also . . .	0	Fuß
27	= =	in der Stadt Annaberg	890	=
26	= =	in der Stadt Marienberg . . .	1820	=
25	= =	auf dem Ochsenkopf im Erzgebirge	2790	=
24	= =	auf dem Brocken	3790	=
23	= =	auf der Schneekoppe	4840	=
22	= =	auf dem Grimselhospiz	5930	=
21	= =	in Mexiko	7070	=
20	= =	auf dem St. Bernhardshospiz .	8270	=
19	= =	auf dem Watzmann	9530	=
18	= =	auf dem Aetna	10860	=
17	= =	auf der Jungfrau	12270	=
16	= =	auf dem Finsteraarhorn	13760	=
15	= =	auf dem Montblanc	15350	=
14	= =	auf dem Ararat	17050	=

Aus dieser Liste geht hervor, daß die Zunahme der Höhe über der Meeresfläche nicht in geradem Zahlverhältnisse mit der Abnahme des Luftdruckes

*) Wetterglas ist keine Uebersetzung von Barometer, sondern nur die Bezeichnung einer anderen sehr unzuverlässigen Anwendung desselben. Wörtlich übersetzt, und das ist es auch vorzugsweise, bedeutet Barometer Schwere= oder Gewichtmesser. Es ist eine Luftwaage.

steht; denn um 1 Zoll Luftdruck weniger zu haben, mußten wir blos 890 Fuß steigen, um 2 Zoll weniger zu haben, nicht noch einmal eben so viel, sondern 930 Fuß, bei 3 Zoll 970 Fuß u. s. w. Dies hängt mit der in der Höhe immer dünner und leichter werdenden Luft zusammen.

Da die Wärme die Luft ausdehnt, also leichter macht, so zeigt natürlich das Barometer eine Berghöhe verschieden an, je nachdem man die Messung bei warmem oder bei kaltem Wetter vornimmt, denn für jeden Grad des Réaumur'schen Thermometers dehnt sich die Quecksilbersäule des Barometers um $\frac{1}{6937}$ ihrer Länge aus. Um Uebereinstimmung in die barometrischen Messungen zu bringen, hat man daher Reduktionstallen entworfen, auf welchen jeder gefundene Barometerstand jeder beliebigen Höhe auf 0° R. berechnet ist. Auch obige 15 Angaben sind so berechnet.

Die Verschiedenheit der Luftschwere und also des Luftdrucks hängt zum Theil auch noch von den mancherlei Beimischungen ab, welche sich in ungleichen und wechselnden Verhältnissen in ihr finden, obgleich sich dieselben nur auf die unteren Schichten des Luftmeeres beschränken mögen. Diese Beimischungen bestehen vorzugsweise aus gasförmigen Stoffen, obgleich auch tropfbarflüssiges Wasser in feinster Zertheilung und geringe Mengen staubartiger Körper darin schwimmen. Außer zweien von diesen der Luft beigemengten Stoffen ist ihre Menge meist so gering, daß sie sich nicht leicht ihrem Gewichte, sondern nur ihrer chemischen Wirkung nach darin nachweisen lassen.

Diese beiden bedeutendsten Beimengungen sind die K o h l e n s ä u r e und das W a s s e r. Von ersterer enthalten 10,000 Maaß Luft zwischen 3,3 und 5,3 Maaß, über großen Wasserflächen, welche die Kohlensäure aus der Luft auffaugen, weniger und auf offenem Meere fast gar keine. Dagegen ist der Kohlensäuregehalt in bedeutenden Höhen kaum geringer als an der Erdoberfläche, obgleich die Kohlensäure schwerer als gemeine Luft ist und daher, wenn sie am Boden sich entwickelt, als eine unsichtbare Luftschicht unten sich ausbreitet.

Die uns schon bekannte Kohlensäure bildet sich ohne Unterbrechung in großer Menge auf der Erde, namentlich durch Vermittelung der organischen Körper. Beim Verbrennen wird der Kohlenstoff der Brennstoffe durch Sauerstoff zu Kohlensäure oxydirt, welche in die Luft entweicht. Dasselbe geschieht in den verwesenden Körpern. Für die eingeathmete Luft hauchen Menschen

und Thiere Kohlensäure aus. Zu diesen ununterbrochen fließenden Kohlensäurequellen kommen noch vulkanische Aushauchungen, kohlensäurehaltige Brunnen und reine Kohlensäure aushauchende Spalten vulkanischen Bodens, wie z. B. die bekannte Hundsgrotte bei Neapel.

Jedermann weiß, daß die Kohlensäure nicht athembar ist, sondern in die Lunge gebracht tödtlich wirkt, während sie Getränken beigemischt diesen eine erfrischende Eigenschaft verleiht. Vielleicht würde sie, wenn sie sich in der Luft anhäufte, und zwar ihrer Schwere wegen vorzugsweise in den unteren Luftschichten, nach und nach das Athmen und also das Leben der Thiere und Menschen unmöglich machen. Sie wird jedoch fast eben so schnell und ununterbrochen aus der Luft wieder entfernt, wie sie in diese verbreitet wird. Dies geschieht theils durch Regen und andere wässerige Lufterscheinungen, da Regenwasser, namentlich der nach längerer Trockenheit fallende erste Regen, immer Kohlensäure enthält; und durch die Lebensprozesse der Pflanzen, welche ihren großen Kohlenstoffbedarf durch die Kohlensäure erhalten, welche sie während des Tages ununterbrochen einsaugen und dafür reinen Sauerstoff aushauchen, während sie bei Nacht oder überhaupt bei Abschluß des Tageslichtes Sauerstoff einsaugen und Kohlensäure aushauchen.

Während einige Wahrnehmungen dafür zu sprechen scheinen, daß in früheren Epochen des Erdlebens die Atmosphäre reicher an Kohlensäure gewesen sei, als jetzt, so scheint gegenwärtig Erzeugung und Verbrauch, jene durch das Thierathmen, Verbrennung u. s. w., dieser durch das Pflanzenreich, mit einander im Gleichgewichte zu stehen und daher die Kohlensäure gewissermaßen einen Kreislauf zu machen.

Weniger gleichmäßig und beständig als der Kohlensäuregehalt der Luft ist der Wassergehalt; aber dafür ist die Masse des in der Luft enthaltenen Wassers meist viel beträchtlicher. Schon durch das Gefühl vermögen wir Trockenheit und Feuchtigkeit der Luft zu unterscheiden.

Auf welche Weise und in welcher Form das Wasser sich der Luft beimengen könne, haben wir bei Betrachtung der Eigenschaften des Wassers bereits kennen gelernt. Wir erinnern uns, daß bei hoher Wärme die Luft mehr Wasserdampf aufnehmen kann, als bei geringer; daher ist sie im Sommer gewöhnlich reicher daran als im Winter, am Tage reicher als bei Nacht, am Aequator, in der Tiefe reicher als an den Polen und auf hohen Bergen. Bei

+ 25° R. kann die Luft nahezu das Doppelte ihres Raummaaßes Wasserdunst aufnehmen, bei 0° R. nur 30 Procent.

Ueber die Höhe des Luftmeeres sind zuverlässige Schätzungen noch nicht gelungen, ja die verschiedenen Angaben hierüber sind so schwankend und lassen einen so großen Spielraum, daß wenig daraus hervorgeht; doch wird sie in neuerer Zeit von den Einen nicht unter 7 und von den Andern nicht über 27, im Durchschnitte gewöhnlich zu 10—12 geogr. Meilen angenommen.

Nach diesen kurzen Bemerkungen über das Luftmeer gewissermaßen als Schauplatz der sogenannten Lufterscheinungen oder Meteore, wenden wir uns nun zu denjenigen dieser letzteren, welche durch das Wasser veranlaßt werden, und welche deshalb Hydrometeore, wässerige Lufterscheinungen heißen. Dabei werden wir jedoch genöthigt sein, oft auch auf die übrigen, namentlich auf die Luftströmungen und auf die elektrischen Meteore Rücksicht zu nehmen, welche oft in innigem Zusammenhange mit den wässerigen Lufterscheinungen stehen.

Zunächst müssen wir unsere Aufmerksamkeit den Luftströmungen zuwenden, weil diese gewissermaßen die Transportmittel sind, und der Wärme, welche die bewegende Kraft für diese oder vielmehr die Vermittlerin der Bewegung ist.

Die Wärme, mit ihrem praktischen Gegensatze, der Kälte, durch ihre relativen Grade den Begriff der Temperatur bildend, ist uns als Gegenstand der sinnlichen Wahrnehmung eben so allbekannt, wie sie uns ihrem Wesen nach noch räthselhaft ist. Ihre Quelle ist einmal die strahlende Sonne oder die Flamme des Lichtes, ein anderesmal Reibung oder die Mischung von Schwefelsäure und Wasser, oder die Quelle liegt in unserm eigenen Körper, indem der Sauerstoff der eingeathmeten Luft den Kohlenstoff unserer Körperbestandtheile allmälig verbrennt und die Wärme des Körpers erzeugt. Wie die Strahlen des Lichtes durch feste und flüssige durchsichtige Körper hindurchdringen, so gehen auch die Wärmestrahlen durch feste undurchsichtige Körper hindurch, denn schon im alltäglichen Leben spricht man wie in der Wissenschaft von Wärme-Ausstrahlung. Wie überall das Wesen des Lebens Bewegung ist, so beruht auch die Wärme auf Bewegung. Ein leuchtender und ein erwärmender Körper rufen Bewegung in der Materie hervor.

Die Wissenschaft verbindet mit dem Worte Wärme einen anderen Begriff,

als das Leben; denn sie spricht auch von der Wärme des Eises, und Berzelius nimmt an, daß die unbedingte Grenze der Wärme am hunderttheiligen Thermometer 273° unter dem Gefrierpunkte liege, während man Hitzegrade bis 1600° über den Gefrierpunkt verfolgt hat. Es ist bekannt, daß man gegenüber der freien, fühlbaren, von gebundener (latenter) Wärme spricht, welche für unser Gefühlsvermögen nicht wahrnehmbar ist. Latent heißt „verborgen" und ist also keine wörtliche Uebersetzung von gebunden. Diese letztere Bezeichnung fußt auf der Ansicht, daß die Wärme ein Stoff sei, welcher mit dem erwärmten Körper eine chemische Verbindung eingegangen sei. Für einen Stoff wird nun zwar die Wärme von den Meisten jetzt nicht mehr gehalten, allein man hat gleichwohl nicht vermocht, an Stelle dieser chemischen Erklärung eine andere, allgemein befriedigende und jeden Zweifel ausschließende zu setzen, welche die Wärme nicht als Stoff voraussetzt. Wenn in einem warmen Zimmer zerstoßenes Eis in einem Glase allmälig schmilzt, so zeigt das Schmelzwasser gleich nach Beendigung des Schmelzens noch 0° des Thermometers und man sagt dann, es habe das Schmelzwasser die zu seiner Herstellung nöthig gewesene Wärme gebunden oder diese sei latent geworden, (für unser Gefühl) verschwunden.

Hieran knüpft sich gewissermaßen als bestätigende zweite Hälfte dieser, gegen die oberflächliche Anschauung streitenden, Erscheinung das Freiwerden der im Wasser gebundenen Wärme bei seinem Gefrieren. Man schützt eine Blume in einer kalten Herbstnacht vor dem Erfrieren, indem man ein Gefäß mit Wasser daneben stellt, welches, indem es gefriert, Wärme frei werden läßt. Mischt man 10 Pfund Wasser von 0° und 1 Pfund Wasserdampf von 80° R. (wie er aus siedendem Wasser emporsteigt), so erhalten wir 11 Pfund Wasser von 34°. Wenn wir dagegen anstatt dieses Pfundes 80° heißen Wasserdampfes ein Pfund eben so heißes Wasser zu den 10 Pfund auf 0° stehenden Wassers mischen, so zeigt die Mischung blos 8°. Dies beweist, daß der Dampf weit mehr Wärme bindet als letzteres.

Ohne diese Eigenschaft des Wasserdampfes würden wir von der Sonnenhitze weit mehr belästigt werden. So aber verursacht uns unsere eigene Ausdünstung Kühle durch Wärmebindung.

Die verschiedenen Körper besitzen das Vermögen, ihre Wärme der Umgebung mitzutheilen, Wärme zu leiten, in verschiedenem Grade. Die

Metalle, und auch diese in verschiedenem Grade, leiten die Wärme am besten und werden daher anderen gegenüber Wärmeleiter genannt. Haare, Federn, Wolle, die Luft leiten die Wärme wenig und werden deshalb Nichtleiter der Wärme genannt. Daß Eisen ein besserer Wärmeleiter ist als Thon, zeigen unsere eisernen und thönernen Oefen, von denen erstere das Zimmer schnell heitzen und dann schnell kalt werden, ihre ganze Wärme schnell abgeben, während die anderen allmäliger die Wärme im Zimmer verbreiten und länger warm bleiben.

Obgleich das häkelige Kapitel über die Wärme den Gegenstand, der uns beschäftigt, nur gelegentlich berührt, so kann ich doch nicht umhin, hier auf den großen Zwiespalt hinzuweisen, welcher unter den Physikern und den Physiologen der neuen Schule über sie besteht. Die 1856 erschienene fünfte Auflage des Lehrbuchs der Physik von Pouillet-Müller leitet die Erscheinungen der Wärme, des Magnetismus und der Elektricität von Stoffen her, welche noch mit dem alten Namen der Imponderabilien, unwägbare Stoffe, bezeichnet werden. Da nun dieses Wort nicht etwas bedeuten soll, an dem man bis jetzt noch nicht die Eigenschaft der Schwere nachgewiesen hat, sondern einen solchen, dem diese Eigenschaft überhaupt abgeht (denn im ersten Falle wäre dann die Benennung ungerechtfertigt, da man eine so wesentliche classificirende Benennung nicht wohl auf eine zur Zeit noch bestehende Mangelhaftigkeit des Experimentes gründen darf) — so ist eigentlich ein unwägbarer Stoff, d. h. ein Stoff ohne Schwere, ein Widerspruch in sich, da die Schwere eine der acht „allgemeinen Eigenschaften“ jeden Stoffes ist. Auch der Aether, der den Weltraum erfüllt, der Träger der Lichterscheinungen, wird zu den Imponderabilien gezählt.

Sei die Wärme ein Stoff oder blos ein Zustand der Körper, welcher sich warm zeigt, mit beiden Fällen haben die Anhänger diese zwei Theorien die Erscheinungen der Wärme in Einklang zu bringen gesucht. Die Anhänger der Stofftheorie sagen, da die Chemie lehrt (siehe S. 22.), daß die Atome der Körper sich in regelmäßigen Gruppen ohne sich zu berühren geordnet befinden, so kann der Wärmestoff sich in diesem unendlich feinen Netze von Zwischenräumen bewegen, und Müller sagt, es habe vielleicht jedes Atom eine kleine Wärmeatmosphäre um sich. Diese kann man sich dann durch Erwärmung leicht ausgedehnt denken, und dann wäre erklärt, warum sich z. B.

eine Stahlstange von 10 Fuß Länge auf 80° R. erhitzt um ⅛ Zoll ausdehnt. Dann beruhte vielleicht das Wesen der Wärme einfach in Ausdehnung des Wärmestoffes. Damit wäre überhaupt die Ausdehnungs-Kraft der Wärme ganz gut erklärt. Auch die gebundene Wärme läßt sich damit gut in Einklang bringen, wenn man annimmt, daß der Wärmestoff mit dem Körper, der latente Wärme enthält, eine chemische Verbindung eingegangen sei, wobei derselbe (der Wärmestoff) nach dem uns bekannten Gesetze der chemischen Verbindung (s. Seite 24.) seine Eigenschaft verloren haben muß. Dieselbe Menge Wärme, die zum Aufthauen von Eis (dessen Schmelzwasser dann auf 0° steht) verbraucht wird, vermag eine entsprechende Menge Wasser bis zu einem hohen Grade zu erwärmen. Die Wärme als Stoff angenommen, so kann man dies leicht so erklären, daß man annimmt, das Wasser enthält eine gewisse Quantität Wärmestoff zwischen seinen kleinsten Theilchen, die bei der Umwandlung in Eis entwichen ist. Die Erwärmung *ersetzt* ihm diesen Verlust (indem das Eis schmilzt), dagegen das mit derselben Wärmemenge erhitzte Wasser erhält einen *Wärmeüberschuß*.

Die Nichtstoff-Theoretiker erinnern zunächst an die so nahe Verwandtschaft der oft aus Einer Quelle stammenden Licht- und Wärmeerscheinungen und wollen die letzteren eben so nur von Schwingungen der Stofftheilchen herleiten, wie jetzt so ziemlich übereinstimmend das Licht nur von Schwingungen der Aethertheilchen hergeleitet wird, wofür thatsächliche Beweise vorliegen. Sie berufen sich auf die strahlende Wärme, auf das Durchgehen, auf das Zurückwerfen, auf das Beugen, auf das Concentriren der Wärme- wie der Lichtstrahlen, auf die völlige Erfolglosigkeit, mit den feinsten Waagen erwärmte Körper schwerer zu finden als kalte; sie sagen daß die Wärmestrahlen, wenigstens des Sonnenlichtes, in der nächsten Verwandtschaft stehen mit den Lichtstrahlen, daß man ein Wärmespektrum wie ein Lichtspektrum kennt u. s. w. Am entschiedensten steht ihnen der Widerspruch des *Stoffes ohne Schwere* zur Seite; während ihnen die latente Wärme im Wege steht.

Dennoch ist in letzter Beziehung nicht zu leugnen, daß eine Erklärung des Latentwerdens der Wärme ohne Beiziehung eines Wärmestoffes mindestens auf keine größeren Ungereimtheiten stößt, als ein Stoff ohne Schwere ist, welcher eben nach den allgemein anerkannten Gesetzen der Physik ein Unding ist. Die neuesten Arbeiten von v. Quintus Icilius, Victor Weber und

Anderen, welche das Wesen der Wärmestrahlung in den Schwingungen der Aethertheilchen und das der Wärmeleitung in denen der erwärmten Körper suchen, sehen von einem Wärmestoffe ganz ab, und finden dabei hinsichtlich der Wärmestrahlung insofern eine festere Grundlage, als sie bisher hatten, darin, daß man, vor allen Thomson, bereits von einer Messung des specifischen Gewichtes des Aethers spricht, ihn mithin als Stoff anerkennt und aus der Reihe der problematischen Imponderabilien ausstreicht, welche wahrscheinlich in nicht mehr sehr ferner Zeit von der Wissenschaft ganz gestrichen sein werden.

Wenn man die Wärmeerscheinungen ohne einen besonderen Wärmestoff als Bewegung der Stofftheilchen auffaßt, so kann man das Latentwerden der Wärme (die Wärmebindung) sich erklären, wenn man annimmt, daß es im schwingenden Wechsel der Abstände der Atome von einander eine Stufe der Spannung gebe, welche durch Wärmeleitung oder Wärmestrahlung hervorgerufen wird, bei dessen Aufhebung die wärmeerzeugenden Schwingungen wieder zurückkehren. Unterschwefligsaures Natron (das zum Fixiren der Photographien verwendete sogenannte Antichlor) hat seinen Schmelzpunkt bei etwa 45° des hunderttheiligen Thermometers. Läßt man geschmolzenes Antichlor bis zu 0° erkalten, wo es noch flüssig bleibt, so entwickelt es seine Schmelzwärme sofort wieder, wenn man einen noch festen Krystall (von Antichlor) hineinwirft. Hier scheint offenbar die Erklärung eben so nahe liegend, daß der hineingeworfene Krystall einen örtlichen Einfluß auf die Theilchen des ihm gleichen Stoffes ausübt, als daß er auf einen darin versteckten ihm fremden Wärmestoff einwirke. Bei der Compression von Gasen entwickelt sich Wärme. Auch hier läßt sich eben so ungezwungen annehmen, daß dies durch die Schwingungen der Atome geschehe, wie durch ein dadurch bewirktes Hervortreten darin verborgen gewesenen Wärmestoffes.

Wir haben hier gegenüber der Ansicht des schlichten Verstandes neben der der bisherigen Physik einen sonderbaren Zwiespalt. Ersterer kann sich nicht denken, wie ein sich offenbar kaltanfühlender Körper, wie Schneewasser von 0° verborgene Wärme enthalten könne; während die Physik bisher ohne diese Annahme mit der ganzen Wärmelehre nicht auszukommen wußte.

Doch wir verlassen dieses Gebiet, auf welchem die Physiker einen eben so großen Scharfsinn der Experimentirkunst wie eine unermüdliche Aus-

dauer in Wiederholung der feinsten Beobachtungen entfalten, wobei an die Stelle der alten bequemen Vervielfältigung der Gesetze und Kräfte der Natur Vereinfachung derselben getreten ist. Bewegung des Stoffes ist der Mittelpunkt, um welchen sich alle Radien des vorurtheilsfreien Forschens von allen Seiten immer näher und enger drängen.

Die Luftströmungen sind unter dem Namen Wind in einem übeln Rufe: „unbeständig", veränderlich", „flüchtig wie der Wind" sind sprichwörtliche Redensarten. Man sollte im Einklange mit dieser Auffassung kaum annehmen, daß der Wind ein Gegenstand wissenschaftlicher Betrachtung sein könne. Dennoch hat die Wissenschaft auch auf dem, in scheinbar unaufhörlichem Wandel begriffenen, Gebiete des Aeolus feste Gesetze aufgefunden, so daß jene Redensart viel von ihrer Berechtigung verloren hat.

Wenn wir es jetzt versuchen wollen, diese Gesetze aufzusuchen, so dürfen wir uns freilich nicht auf den deutschen Boden stellen und nach der „Windrose" auslugen; wir würden hier nur das ziemlich regellose Treiben der Winde des manchfaltig gestalteten Bodens eines Binnenlandes wahrnehmen. Wir müssen in die Geburtsstätten der großen Luftströmungen gehen, welche zumeist unter dem Aequator und zwischen den Wendekreisen liegen. Da das „Wasser als Bestandtheil des Luftmeeres" in seinem Sein vornehmlich von den Luftströmungen seine Gesetze vorgeschrieben erhält, so müssen wir diesen jetzt unsere besondere Aufmerksamkeit schenken. Ueberdies werden wir dabei einen Einblick in eine Stelle des Naturhaushaltes gewinnen, in welche auch für den berufsmäßigen Meteorologen erst in neuester Zeit helles Licht gebracht worden ist und welche demjenigen, welcher dieser Seite der Naturwissenschaft nur sein allgemein menschliches Interesse zuwendet, Gesetzmäßigkeit und einen Zusammenhang von Ursache und Wirkung zeigt, die er hier schwerlich erwartet haben wird.

Es ist namentlich der Marineleutnant der Ver. Staaten M. F. Maury, welcher in seiner „physischen Geographie des Meeres"*) in den Luftströmungen und in Folge dessen in den Lufterscheinungen der ganzen Erde

*) Die phys. Geographie des Meeres von M. F. Maury, deutsch bearbeitet von Dr. C. Böttger. Mit 5 Holzschnitten und 6 größeren lithographirten Karten. Leipzig, Verlag von Gustav Mayer. 1856.

ein System nachgewiesen hat, wie es in dieser Vollkommenheit bisher noch nicht nachgewiesen war.

Vor den Lesern meines Buches wird es nicht erst der Rechtfertigung bedürfen, wenn ich die ersten Seiten der Einleitung zu Maury's Buch einschalte, welche uns erzählen, wie seine ausgezeichnete Arbeit entstanden ist. Ein großes physikalisches Wissen gepaart mit einer scharfblickenden Combinationsgabe erweckte aus alten verstäubten Schiffsjournalen und Logbüchern eine Kenntniß des Meeres, welche hinfort der Schifffahrt die größten Vortheile verspricht und zum Theil schon gebracht hat.

Die Logbücher, welche meine Leser wenigstens aus den beliebten Seeromanen kennen, enthalten tägliche genaue Aufzeichnungen aller Wahrnehmungen am Himmel, auf der See und auf dem Schiffe selbst, welche zu der Schifffahrt in irgend einer Beziehung stehen. In Folgendem gebe ich als Schema eine Seite eines preußischen Schiffsjournals:

.... Reise um die Erde, von .... nach ....

Gegend.	Zeit.	Tage in See.	Position im Mittag.		Variation der Magnetnadel.	Strömung.			Mittler Stand des Thermometers. R.	Wind, Wetter und Bemerkungen.
			Breite	Länge		Richtung.	Geschwindigkeit.	Zahl der Tage.		
Indisches Meer	1824 Mai 24	30	S. 27. 34	O. 45. 05	W. 24. 10 Az.	Nördlich	m. 8,0	1	+ 15,°	S.Wlich, heftige Windstöße gegen 3^h, bald darauf gutes Wetter, aber um 7^h stürmisch aus S. und Regen, Nachts SSO., bis 24^h schwächer. Viel Seewasser über's Deck ꝛc.

Solche Logbücher waren die Fundgrube für Maury, aus welcher er mit bewundernswürdiger Geduld und Ausdauer die aufgezeichneten Wahrnehmungen von Tausenden von Seereisen zusammenstellte und nach dem ungeheuern Material „Wind- und Strömungskarten“ zeichnete, „welche zum Besten des Handels und der Schifffahrt veröffentlicht werden sollten!“ Ich füge hinzu: auch zum Besten einer Kenntniß der wechselvollen Rolle, welche das Wasser als Bestandtheil der Atmosphäre spielt. Doch hören wir Herrn Maury selbst:

„Als demgemäß dieser Zweck bekannt geworden und ein Aufruf an die Seeleute ergangen war, da ging's an ein Studiren und Durchwühlen der

bestäubten Repositorien aller maritimen Etablissements unseres Landes, alte Logbücher und Schiffsjournale wurden aus Kisten, Koffern und Kommoden zusammengesucht; denn man nahm an, daß die darin protokollirten Beobachtungen über Wind und Wetter, über das Meer und seine Strömungen die zu einem solchen Unternehmen nöthigen Belehrungen darbieten würden."

„Wenn man auf einer Karte die Bahnen vieler Schiffe, die dieselbe Reise zu verschiedenen Zeiten, in verschiedenen Jahren und während jedweder Jahreszeit machten und längs jeder Bahn die Winde und Strömungen, denen sie täglich begegneten, aufzeichnet, so muß der Seefahrer offenbar später, indem er diese Karte zu Rathe zieht, das Resultat der combinirten Erfahrungen aller, deren Bahnen so angemerkt sind, wie einen Führer oder wenigstens wie einen erfahrenen Rathgeber benutzen können." — — — — „Aber um die Spuren dieser Schiffe auf einer Karte darzustellen, müßte man für jedes einzelne eine besondere Linie ziehen; für so viele würde das auf demselben Blatte, in schwarz oder blau, eine unentwirrbare Linienmasse geben. Ueberdies würde, wenn auch alle diese Schiffsbahnen projicirt würden, kein Raum für den Namen des Monates bleiben, um die Zeit jeder Fahrt anzuzeigen, viel weniger noch für irgend eine schriftliche Angabe der täglich von jedem Schiffe beobachteten Winde und Strömungen; kaum der Name des Schiffes würde noch ein Plätzchen finden."

„Man hat sich demzufolge entschlossen, an den empfänglichsten der fünf Sinne zu appelliren und alle jene Schiffspuren, Winde und Strömungen, nebst ihrer Stärke, Reihenfolge und Richtung — kurz alle diese Erfahrungen, Kenntnisse und Belehrungen — dem Auge mit Hülfe von Farben und gewissen Symbolen darzustellen."

„Die in dieser Absicht ersonnenen Symbole waren ein Kometenschweif für den Wind, ein Pfeil für Strömungen, arabische Ziffern für die Temperatur des Meeres, römische für die Abweichung der Magnetnadel, zusammenhängende, unterbrochene und punktirte Linien für den Monat und Farben für die vier Jahreszeiten." — —

— „Durch einen bloßen Blick auf die Karte konnte nun der Seefahrer in einem Augenblicke erfahren, aus welcher Gegend der Wind aller Wahrscheinlichkeit nach in irgend einem Monate vorzugsweise wehen würde; nicht Theorien, Conjecturen oder die schwachen Lichtblitze der Erfahrung eines Ein-

zelnen, sondern der helle Lichtstrom und Glanz, welchen die Beobachtungen aller Seefahrer vor ihm verbreiten, waren nun seine Führer auf dem unwegsamen Ocean." — — — — „Solch eine Karte konnte nicht verfehlen, bei intelligenten Seeleuten großen Beifall zu finden und so wurde sie für sie ausgeführt. Sie nahmen sie mit zur See, sie prüften sie und fanden zu ihrer Ueberraschung und Freude, daß durch die hier gebotenenen Belehrungen die entferntesten Winkel der Erde einander näher gerückt wurden, daß man in einigen Fällen die Fahrt um viele Tage abkürzen konnte; so z. B. die Fahrt von London nach dem Aequator um volle 10 Tage. Die Ueberfahrt nach Californien hatte früher durchschnittlich 183 Tage gedauert; aber mit diesen als Wegweiser benutzten Karten haben die Seefahrer diese Durchschnittszahl bedeutend vermindert und sie jetzt auf 135 Tage heruntergebracht."

Um sich einen Begriff auch von der finanziellen Bedeutung dieser Maury'schen Seekarten zu machen, so hebe ich noch aus dessen Einleitung die Bemerkung hervor, daß man den dadurch gemachten Gewinn an Zeit- und sonstigem Aufwand allein für den britischen Seehandel jährlich auf 10 Mill. Dollars anschlägt.

Bei dieser Riesenarbeit Maury's war die Kenntniß der Strömungen und herrschenden Winde das nächste Ergebniß, woraus er den Nutzen für seine Karten zog; ein anderes lag darin, daß er fand, wie höchst übereinstimmend aber meist auch zugleich wie sehr in die Kreuz und Quer die Seefahrer nach denselben Zielpunkten bisher gesteuert hatten. Wir kommen auf diese interessante Seite der Maury'schen Untersuchungen in dem Abschnitte „das Meer" ausführlich zu sprechen, da es uns jetzt blos darum zu thun war, die Bedeutung der Luftströmungen hervortreten zu lassen und wir gehen nun zu dem Atmosphärenwasser und seinen Erscheinungen über, mit denen die Winde in der innigsten Verknüpfung stehen.

Wir erinnern uns jetzt, daß die Verdunstung der Gewässer und nebstdem die Ausdünstung lebender Organismen, namentlich der Pflanzen, fortwährend Wasser in Gas- oder Dampfform in die Luft steigen läßt, und daß dabei die Wärme befördernd betheiligt ist.

Die Wasserverdunstung, ein stiller, unserer Beobachtung meist entgehender Vorgang, obgleich er fort und fort in unserer Umgebung stattfindet, ist die Haupttriebfeder eines Kreislaufs

im Luftmeere, auf welchem die wesentlichsten Bedingungen des gesammten Naturhaushaltes beruhen.

Dieser Kreislauf hat seinen Anfang beinahe rings um die ganze Erde unter dem Aequator. Wenn wir einen Globus ansehen, so finden wir, daß die Linie des Aequators nur zu einem kleinen Theile Land berührt (Südamerika und Afrika, wo beide sehr schmal sind, Borneo, Celebes, Sumatra und noch einige kleine Inseln); es fallen also die heißen Aequator-Sonnenstrahlen fast überall auf das Meerwasser und bedingen eine außerordentlich starke Verdunstung. Nehmen wir den Erdgürtel zwischen den Wendekreisen, den Tropengürtel, gegen 700 geograph. Meilen breit an, den wir eben zum größten Theile als einen Wassergürtel kennen lernten, so kann man schon errathen, daß durch Verdunstung hier eine ungeheure Menge Wasser in die Luft emporgehoben werden müsse. Maury nimmt an, und sein Uebersetzer hält diese Annahme noch für etwas zu gering, daß alljährlich in diesem Erdgürtel eine Schicht Meerwasser von 16 Fuß Dicke abdampfe. Dieser aus mikroskopischen Bläschen bestehende Wasserdampf steigt seiner Leichtigkeit wegen senkrecht empor und bildet den immerwährenden Wolkengürtel, welcher über dem Aequator ruht. Von Nord und Süd kommen zwei ebenfalls ununterbrochene Luftströmungen gegen den Aequatorial-Gürtel (in welchem eine immerwährende Windstille herrscht), mit einer Ablenkung nach Osten, also ein Nordost- und ein Südostwind. Dies sind die bekannten Passatwinde, deren östliche Ablenkung von dem rechtwinkligen Auftreffen auf die Aequatorialzone von der nach Osten gerichteten Axendrehung der Erde herrührt, welche jene beiden Luftströmungen bis zu einem gewissen Grade mit sich fortreißt.

Diese auf dem hohen Meere herrschenden Winde sind den Seefahrern schon seit langer Zeit bekannt und werden bei der Ueberfahrt nach Amerika von ihnen benutzt. Die Erklärung ihrer Entstehung scheint sich in folgender Art leicht geben zu lassen. Der unter dem Aequator emporsteigende, mit Wasserdampf geschwängerte heiße Luftstrom breitet sich in der Höhe nach beiden Seiten, südlich und nördlich, aus und strömt getheilt nach den beiden Polen ab. Auf diesem Wege, der durch die Axendrehung der Erde ebenfalls eine Ablenkung erhalten muß, kühlt sich die Luft je näher nach den Polen hin immer mehr ab, läßt ihren Wasserdampf als Regen, Schnee u. dergl. unterwegs fallen und stürzt durch Abkühlung dichter und schwerer geworden an den Polen

hinab, um in den Strom der Passatwinde nach dem Aequator hinzukommen. Dieser Passatstrom wird am Aequator dadurch veranlaßt, daß in den leeren Raum, aus welchem die durch die heißen Sonnenstrahlen verdünnte Luft emporgestiegen ist, fortwährend vom Norden und Süden her Luft eintritt, deren verlassene Räume von denselben Seiten her immer wieder durch nachrückende Luft ausgefüllt werden und so fort bis nach den Polen hin. An den Polen fällt nun der von dem Aequator gekommene, allmälig erkaltete und schwerer gewordene, Luftstrom abwärts und tritt in die eben beschriebene Richtung als unterer (Oberflächen-) Luftstrom nach dem Aequator hin ein. Demnach würde es auf der südlichen und auf der nördlichen Halbkugel einen oberen von dem Aequator nach den Polen und einen unteren von den Polen nach dem Aequator hin gerichteten Luftstrom geben.

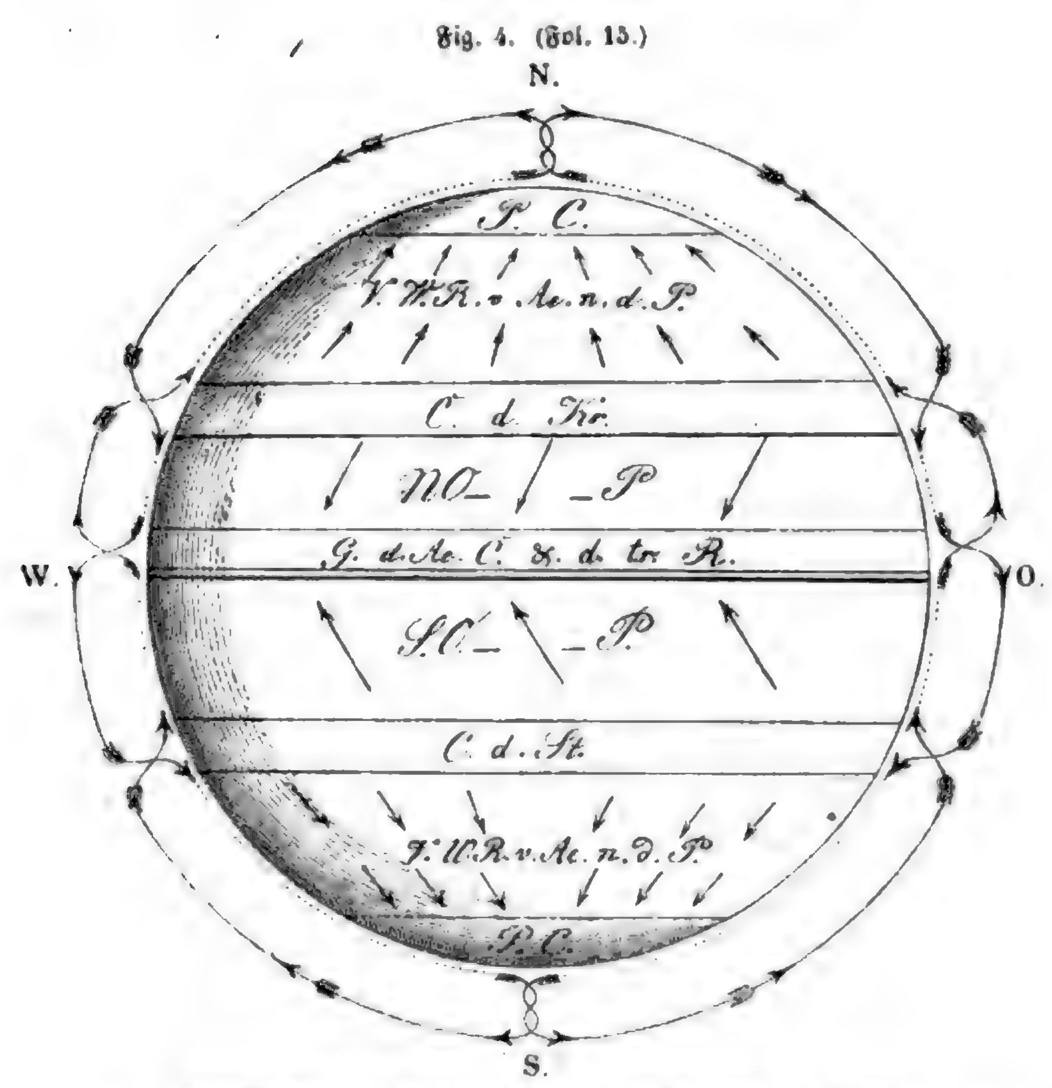
Allein ganz so einfach stellt sich in der Wirklichkeit das Verhältniß nicht dar; wenigstens nicht hinsichtlich des Oben und Unten. Denn wäre diese Auffassung richtig, so würden wir, abgesehen von den unregelmäßigen Winden des unebenen Festlandes, auf der nördlichen Halbkugel nur Nordost-Passate und auf der südlichen nur Südost-Passate haben, was bekanntlich nicht der Fall ist.

Die Beobachtungen der neueren Zeit haben gezeigt, daß die geschilderten, zwischen dem Aequator und je einem Pol wehenden beiden Luftströme, der obere und der untere, in der Gegend der Wendekreise sich kreuzen, d. h. der obere von dem Aequator nach dem Pol strömende bei dem Wendekreise herabsteigt und ein unterer wird, während der von dem Pol kommende ein oberer ist bis zum Wendekreise, von wo an er bis zum Aequator ein unterer (der Passat) wird.

Wenn wir uns daran erinnern, daß rings um den Aequator herum erwärmte Luft emporsteigt und beiderseits nach den Polen abfließt, so versteht es sich von selbst, daß an beiden Polen ebenfalls Windstillen (Calmen) entstehen müssen, da die mit gleicher Kraft von allen Seiten strahlenförmig am Pole zusammenkommenden Luftströmungen einander in ihrer Bewegung aufheben müssen, wie zwei mit gleicher Geschwindigkeit gegeneinander rollende gleiche Kugeln bei ihrem Zusammentreffen stehen bleiben müssen.

Unsere Fig. 4. soll uns auf den mitgetheilten Unterlagen den Luftkreislauf um die Erdkugel veranschaulichen.

Fig. 4. (Fol. 15.)



Schema der Luftströmungen an der Erdoberfläche, nach Maury.

P. C. Polarcalmen. — V. W. R v. Ae. n. d. P. Veränderliche Windrichtung vom Aequator nach den Polen. — C. d. Kr. Calmen des Krebses. — N. O. P. — Nordostpassate. — G. d. Ae. C. & d. tr. R. Gürtel der Aequatorialcalmen und der tropischen Regen. — SO. P. Südostpassate. — C. d. St. Calmen des Steinbocks.

Nördlich, dicht über der, den Aequator bezeichnenden, dickeren Linie finden wir den (also nicht genau auf dem Aequator liegenden) Gürtel der Aequatorial-Calmen (Windstillen) und der tropischen Regen. Durch C. d. Kr. und C. d. St. und P. C. sind die Calmen-Gürtel des Krebses und des Steinbockes und die beiden Polarcalmen ausgedrückt. Am Aequator steigen zwei von den Wendekreisen herkommende untere oder Oberflächen-Luftströmungen sich durchkreuzend empor und fließen als sogenannte obere Passate nach Norden und Süden ab. Ueber den Wendekreisen begegnen sie den von den Polen herkommenden ebenfalls oberen Luftströmungen, mit denen sie sich kreuzen und nun als Oberflächenwinde nach den Polen abfließen, wo sie sich wieder kreuzen und von den Polen an nach W. und O. sich wenden. Die Pfeile der

Figur deuten die Richtung der Luftströmungen an, von welchen die unteren (Oberflächen-) Strömungen durch eine punktirte, die oberen durch eine volle Linie bezeichnet sind. Die oberen und die unteren Strömungen kreuzen sich also fünfmal: einmal an dem Aequator, zweimal an den Wendekreisen und zweimal an den Polen.

Bei der Besteigung selbst der höchsten dem Aequator nahe liegenden Berge ist man gleichwohl niemals in diese nach den Polen abströmenden oberen Passate gekommen; von ihrem Vorhandensein fehlt uns also die unmittelbare Kunde. Gleichwohl liegen wenigstens zwei mittelbare aber unwiderlegliche Beweise dafür vor. Es sind dies zwei furchtbare Ausbrüche des kleinen Vulkanes Cosiguina in Centralamerika und des Morne Garou auf der westindischen Insel St. Vincent. Von beiden Vulkanen flog die Asche in enormer Höhe dem untern Passat entgegen bis in weite Ferne, von ersterem bis nach der 200 Meilen entfernten Insel Jamaica. Beide Fälle beweisen zugleich die furchtbare Kraft der Explosion, da die Asche durch den unteren Passat hindurch bis empor in den Strom des oberen getrieben worden sein mußte.

Demnach ist der Erdball beständig von zwei parallelen in strömender Bewegung begriffenen Luftschichten, einer unteren und einer oberen, umgeben, welche aber, an gewissen Punkten ihre Stellen wechselnd, sich durchkreuzen; aus unteren obere und aus oberen untere werdend.

Es würde uns zu weit führen, den Ursachen dieser mehrmaligen Kreuzungen der Luftströmungen weiter nachzuspüren, wobei noch nicht Alles erklärt ist, und wobei Maury, sicher nicht ohne Grund, dem Erdmagnetismus eine Rolle zutheilt. Wir begnügen uns mit der Thatsache, daß die Luftströmungen rings um das Erdenrund im großen Ganzen diesen Kreislauf befolgen. Indem ich sagte: im großen Ganzen, so wollte ich damit das sich eigentlich von selbst verstehende unregelmäßige Verhalten der Landwinde ausnehmen, welche von den Unebenheiten, von dichter Vegetation, großen Landseen und anderen Verhältnissen des festen Landes, von plötzlicher oder regelmäßiger Abkühlung gewisser Stellen des Luftmeeres und einigen anderen Ursachen abhängen.

Diese Luftcirkulation, welche wie ein doppeltes Netzwerk die Erdkugel umgiebt, ist nun die bewegende Kraft, durch welche der Wasserdampf, der fortwährend in den Dunstkreis emporsteigt, über den Erdkreis vertheilt wird.

Erinnert man sich, wo die Verhältnisse zu besonders reichlicher Wasser-

verdampfung gegeben sind und berücksichtigt man dabei die auf unserer Figur angegebenen Windrichtungen, so kann man sich in vielen Fällen ohne Weiteres selbst klar machen, woher und wohin die Regenniederschläge kommen, zu denen sich durch Verdichtung der Wasserdampf verwandeln muß.

Wenn nach unserer Figur die SO- und NO-Passate sich kreuzend am Aequator zusammentreffen, und in ihrer Kraft einander aufhebend die Windstillen des Aequators bilden, so müssen beide auf ihrem langen Wege über ungeheure Flächen des Oceans sich stark mit Wasserdunst beladen haben. Von diesem entschütten sie einen Theil als tropischen Regen, indem in der Höhe, zu der beide emporsteigen, der Dampf verdichtet wird. Diese tropischen, meist bei vollkommner Windstille stattfindenden Regen sind oft so massenhaft, daß die Seefahrer vom Meere süßes Wasser abschöpfen, indem dieses als leichter einige Zeit oben auf schwimmt, bis es sich allmälig mit dem Seewasser mischt. Die eine Hälfte des Ueberschusses des Wasserdampfes, d. h. des nicht als tropischer Regen niedergeschlagenen, wird den Ländermassen der nördlichen Halbkugel zugeführt zur Speisung der großen Ströme, welche bekanntlich, ausgenommen den Laplata-Strom sämmtlich auf ihr liegen. Die andere Hälfte kommt der südlichen Halbkugel zu, wo weit weniger festes Land und schon aus diesem Grunde eine Bedingung zur Bildung großer Ströme weniger ist.

Wir können hierin nichts Auffallendes finden. Da sich die regenschwangern Passate unter der Linie kreuzen, die südlichen auf die nördliche Halbkugel hinüber strömen und die nördlichen auf die südliche, so müssen die von den ungeheuern Wasserwüsten der südlichen Halbkugel herkommenden Passatwinde (als obere Luftströmungen) viel mehr Regen zu uns herüber, als die von unserer viel wasserärmeren Halbkugel hinüberströmenden Winde auf die südliche Halbkugel hinüber bringen. In der That stimmen auch die Beobachtungen dahin überein, daß südlich vom Wendekreise des Steinbocks viel weniger Regen und Schnee fällt, als auf der entsprechenden nördlichen Zone.

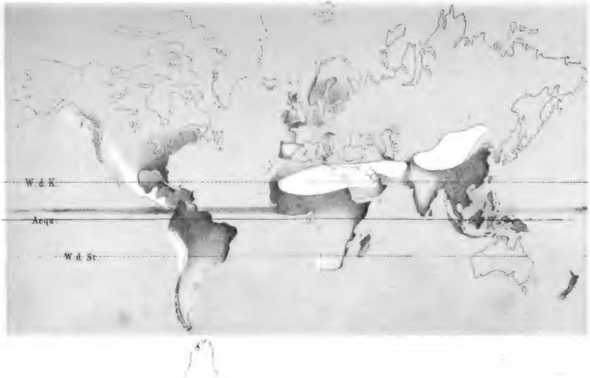
Johnston giebt die jährlich fallende Regenmenge für die nördliche Halbkugel zu 37 Zoll an, für die südliche nur zu 26 Zoll, d. h. wenn aller in einem Jahre fallende Regen stehen bliebe, so würde die Erde ringsum nördlich vom Aequator 37 und südlich 26 Zoll hoch von Regenwasser bedeckt sein.

Nebenstehende Tafel giebt uns ein Bild über die Vertheilung der atmosphärischen Niederschläge (Regen, Schnee, Hagel, Thau, Reif) auf der ganzen

Digitized by Google

Digitized by Google

I.



Regenkarte der Erde.

Digitized by Google

Erde, indem je dunkler auf derselben der Ton angegeben, desto reichlicher die Menge der Niederschläge ist. Die ganz weiß gelassenen Stellen deuten ganz regenlose Gebiete an. Der lange regenlose Landstrich an der Westküste von Südamerika giebt uns ein Beispiel von der Erscheinung, daß von Süd nach Nord verlaufende Bergketten eine trockene und eine Regenseite haben. Jener Landstrich ist die Küste von Chile und Peru, an welcher östlich die Andenkette verläuft. Die hier vorherrschend wehenden Südostwinde lassen allen ihren Wasserdampf, beim Ueberschreiten der hohen Anden-Kämme erkältet, auf der östlichen Seite der Anden fallen und kommen dann trocken hinüber auf das Gebiet von Chile und Peru.

Nach diesen mehr allgemeinen Betrachtungen wenden wir uns nun zu einer ausführlicheren Betrachtung der sogenannten wässerigen Lufterscheinungen oder Hydrometeore.

Im weiteren Begriffe des Wortes gehört zu diesen auch das in der Form von Gas oder Dampf in der Atmosphäre vertheilte Wasser. Allein da ein tieferes Eingehen auf das verschiedene Verhalten des Wassers in dieser für unsere Sinne meist gar nicht wahrnehmbaren Gestalt uns tiefer in die Wissenschaft locken würde, als es die Absicht eines Buches, wie des vorliegenden, sein kann, so beschränke ich mich hierüber auf einige Mittheilungen über die verschiedenen Meßinstrumente, welche man ersonnen hat, um den Feuchtigkeits-Gehalt der Luft zu bestimmen.

Man nennt dieselben Hygrometer, Feuchtigkeitmesser oder Hygroskope, Feuchtigkeitanzeiger, je nachdem es dabei darauf ankommt, die Menge des Wasserdampfes in der Luft anzugeben, oder blos darauf, ob überhaupt die Luft mehr oder weniger oder gar nicht feucht sei. Daher muß ein Hygrometer mit einer Vorrichtung versehen sein, welche durch eine Gradirung den Grad der Luftfeuchtigkeit in Zahlen angiebt. Als Hygroskop dienen dagegen macherlei Dinge durch das Verhalten des Stoffes, aus dem sie bereitet sind, auch unabsichtlich. Jede frei im Zimmer aufgehängte Guitarre oder Violine zeigt die Veränderung der Luftfeuchtigkeit an durch das Schlaffer- oder Strafferwerden der Saiten, wodurch bekanntlich deren Stimmung verändert wird. Dieser Hygroskopicität der Saiten, der Paukenfelle und auch des Holzes der musikalischen Instrumente verdanken wir das greuliche Vorspiel eines „stimmenden" Orchesters.

Es ist mit großen Schwierigkeiten verbunden, ein sicher angebendes Hygrometer zu verfertigen, und es giebt fast keinen stark hygroskopischen Stoff, der nicht schon dazu benutzt worden wäre. Horace Benoit de Saussüre, der Erfinder vieler der wichtigsten physikalischen Instrumente, erfand auch das lange Zeit für das beste gehaltene Haar-Hygrometer (Fig. 5.) Bei a ist ein blondes, durch Auskochen entfettetes und seiner eigenen Feuchtigkeit beraubtes Menschenhaar (c) von einer Klemme festgehalten, welches unten an der Rolle o befestigt ist, und zwar in einer Rinne ähnlich wie die Schnur am Rouleaustabe, so daß es durch seine Verkürzung oder Verlängerung die Rolle drehen muß. Neben dem Haar ist in einer zweiten Rinne ein feiner Seidenfaden in entgegengesetzter Umdrehung ein halbmal um die Rolle geschlagen, welcher durch ein ihm angehängtes kleines Gewicht (p) das Haar immer straff erhält. Dieses Gewicht muß sinken, wenn das Haar durch die Luftfeuchtigkeit sich verlängert und muß bei der Verkürzung des Haares gehoben werden. Deshalb darf es eben nur ein sehr kleines Gewicht sein, weil durch die Verkürzung des Haares seine Schwere überwunden werden muß. An der Axe der Rolle ist ein Zeiger befestigt, welcher durch das sich verkürzende oder verlängernde Haar bewegt wird und dabei mit seiner Spitze auf die Grad-Eintheilung eines Gradbogens und somit den Feuchtigkeitsgehalt der Luft in Graden zeigt. Die Fig. 6. zeigt die Einrichtungen der Rolle noch

Fig. 5.

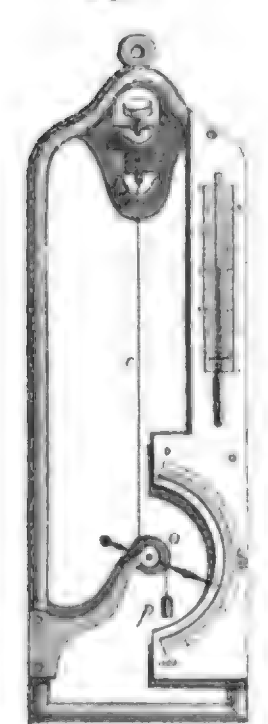
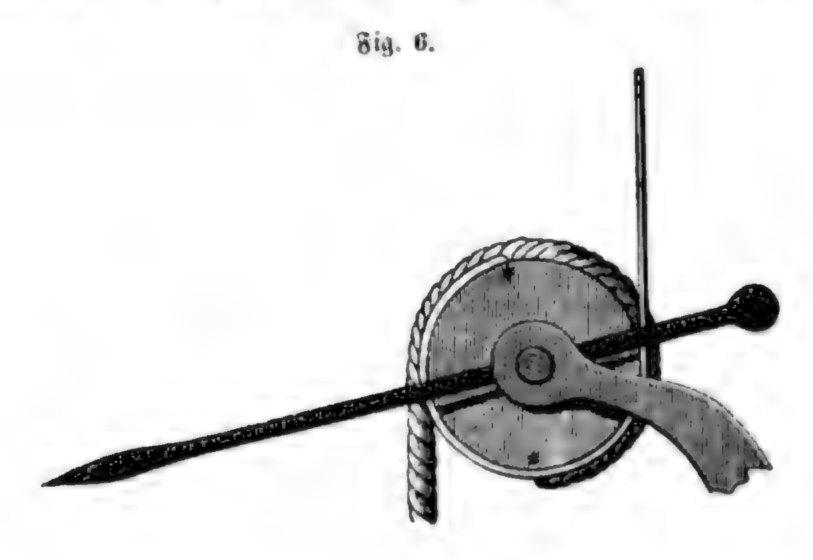


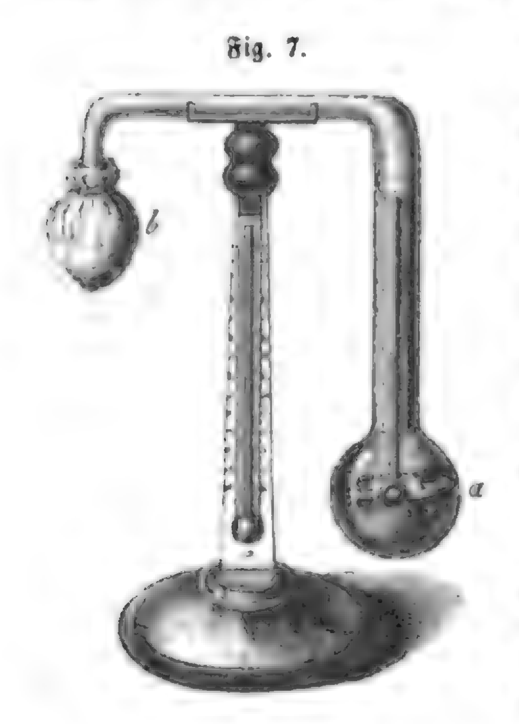
Fig. 6.



deutlicher; die Sternchen bezeichnen die Anheftungsstellen des Haares und des der Deutlichkeit wegen absichtlich zu dick gezeichneten Seidenfadens. Das am Gestelle angebrachte Thermometer dient zur Bestimmung des Verhältnisses zwischen Wärme und Feuchtigkeit der Luft.

Zuverlässiger ist das Daniell'sche Hygrometer, welches nicht auf der Hygroskopicität irgend eines Stoffes beruht, sondern auf der Erscheinung, daß ein in einem feuchten Luftraume erkaltender Körper beschlägt oder bethaut (sich mit feinen Wassertröpfchen bedeckt). Fig. 7 zeigt die Einrichtung des Daniell'schen Hygrometers. An einem hölzernen Gestelle ist eine in zwei Arme abwärts gebogene Glasröhre befestigt. Jeder dieser Arme endigt in eine hohle sehr dünnwandige Glaskugel a und b. Der innere Raum ist luftleer und die Kugel a halb mit Schwefeläther gefüllt. In die Oberfläche des Aethers taucht die Kugel eines kleinen Thermometers ein, welches innen in der Glasröhre befestigt ist. An der Säule des Gestelles ist ein zweites Thermometer angebracht, welches mit dem inneren ganz übereinstimmend anzeigt. Bei der Beobachtung mit diesem Hygromter umwickelt man die Kugel b mit Mousselin und läßt auf diesem unausgesetzt darauf getropften Aether verdunsten, wodurch Kälte erzeugt wird. In dem luftleeren Raume der Röhre und der Kugeln muß fortwährend Aetherdunst enthalten sein. Durch die an der Kugel b hervorgebrachte Kälte schlägt sich dieser Dunst nieder, wodurch der in der Kugel a enthaltene Aether in den dadurch leer gewordenen Raum neuen Aetherdunst entsendet, der sich ebenfalls niederschlägt. Dadurch wird die Kugel a ebenfalls erkältet, bis sie endlich so kalt wird, daß sie äußerlich mit einem Wasserhauche beschlägt, wofür der dabei stattfindende Temperaturgrad von dem eingeschlossenen kleinen Thermometer angezeigt wird. Dieser Thermometerstand zeigt also an, bei welchem Temperaturgrade der Wasserdampf der die Kugel äußerlich umgebenden Luft seine größte Dichtigkeit hat, so daß er sich nicht mehr als elastischer durchsichtiger Körper behaupten kann,

Fig. 7.



sondern äußerlich an der Wand der Kugel a als Wasserhauch sich niederschlagen muß. Je niedriger nun das kleine Thermometer anzeigt, ehe der äußere Niederschlag erfolgt, desto geringer muß der Feuchtigkeitsgehalt der Luft sein. Dieser Thermometerstand heißt der Thaupunkt, weil es derjenige Wärmezustand der Luft in dem gegebenen Falle ist, in welchem sich der Thau, der feinste atmosphärische Wasserniederschlag bilden würde. Um übrigens den feinen Thaubeschlag an der Glaskugel a leichter sehen zu können, ist sie in einem etwa 2 Linien breiten Ringe vergoldet und polirt, auf welchem sich der Beschlag leichter als auf dem durchsichtigen Glase bemerklich macht, indem durch die feinste Bethauung die polirte Goldfläche matt wird. An unserer Figur ist dieser Goldring nicht dargestellt.

Erfolgt der Thaubeschlag an der Glaskugel a bei 5^0 unter 0, so ist der Feuchtigkeitsgehalt der Luft 2, erfolgt er bei 0^0, so ist er 4, 6 ist er bei $+ 5^0$. Dabei ist es leicht zu begreifen, daß dann Regen bevorsteht, d. h. Verdichtung des Wasserdampfes der Luft, wenn der Thaupunkt (den das kleine Thermometer des Hygroskops anzeigt) und die Temperatur der äußeren Luft bereits einander sehr nahe sind; denn sobald die letztere mit dem Thaupunkte gleich ist, so muß in der Natur das im Großen erfolgen, was in dem Apparate im Kleinen erfolgte.

Dieser sonst sehr zuverlässige Feuchtigkeitsmesser hat den Uebelstand des Verbrauchs an theurem Schwefeläther, während andere, die in neuerer Zeit ersonnen worden sind, zum Theil an großer Umständlichkeit bei der Anwendung leiden.

Thau, Nebel, Reif.

Diese Lufterscheinungen, von denen der Thau den ersten Schritt zur Regenbildung und Nebel eigentlich schon Wolke ist, äußern einen auf mehr oder weniger empfängliche Gemüther verschieden großen Einfluß. Wer fühlte sich nicht bedrückt, wenn er am Morgen einen dicken weißgrauen Nebel über Alles ausgebreitet findet, und er kaum das Ende seiner Straße erblicken kann; und wen hätte es noch nicht gedankenvoll gestimmt, wenn er vom ländlichen Ausfluge heimkehrend an einem kühlen Sommerabende graue Thaustreifen über den Wiesen schweben sah, die gespensterhaft vor ihm wichen, wenn ihn sein Pfad auch mitten durch sie hindurchführte. Und doch nahm er in der

Feuchtigkeit seiner Kleider ein Andenken von ihnen mit hinweg und die Locken seiner Begleiterin wurden zu Hygroskopen. Im thauigen Wiesengrunde wird, von dem Zwielichte der Abenddämmerung unterstützt, unsere Phantasie erregt und poetische Ahnungen durchziehen wie ein geistiger Thau unsere Gedanken. Im Nebel steigert sich dies entweder bis zu wilden Phantasien, wenn er draußen in freier Bergnatur über uns, um uns und unter uns wogt, oder er hemmt den Flug unserer Regsamkeit, wenn er uns den Gesichtskreis unseres täglichen Treibens verengt und umdüstert.

Hierbei ist aber ein Unterschied zwischen Thau und Nebel gemacht, wie ihn die Witterungslehre nicht anerkennt. Dieser sind vielmehr jene duftigen grauen Streifen über den Wiesen bereits Nebel und sie nennt blos das atmosphärische Wasser Thau, welches erst dann sichtbar, tropfbarflüssig, wird, wenn es sich an festen, am Erdboden liegenden oder doch nur wenig darüber erhabenen Gegenständen niederschlägt. Daß hier das gewöhnliche Leben den Ausdruck Thau, bethaut, auch anwendet, ist bekannt.

Man ist zuweilen geneigt, bei der Thaubildung der Erdoberfläche eine unmittelbare Betheiligung zuzuschreiben oder sogar den Thau als einen Niederschlag der von den Pflanzen ausgehauchten Wasserdünste anzusehen. Für die letztere Ansicht scheinen die vorzugsweise reichlich an den Spitzen der Grasblätter und anderer Pflanzentheile hangenden Thautropfen zu sprechen. Allein wenn auch den Aushauchungen der Pflanzenwelt ein Antheil an der Herbeischaffung des zum Thau erforderlichen Wassers zugeschrieben werden muß, so ist doch der an einem Grashalme hangende Thautropfen nicht unmittelbar aus diesem Blatte kurz vorher als Wasserdunst ausgetreten, eben so wenig, wie der Thau einer ganzen Wiese von unten als Dunst emporgestiegen und dann sofort auf ihr als Thau niedergeschlagen worden ist. Im Gegentheile ist es nicht mehr zweifelhaft, daß der Thau ein Niederschlag aus dem Luftmeere ist, und sich vom Regen wesentlich blos dadurch unterscheidet, daß er nur aus mikroskopisch kleinen Bläschen besteht und dieselben aus einer geringeren Höhe abstammen. Daß das Thauwasser von der Erdoberfläche abstammen müsse, liegt auf der Hand, jedoch nicht nothwendig von der Stelle, auf welcher er niederfällt, da er durch Luftströmungen herbeigeführt worden sein kann, was jedoch nur selten der Fall zu sein scheint, da eine ruhige Luft eine der wichtigsten Bedingungen der Thaubildung ist.

Der stärkste Thaufall findet sich in wasserreichen Gegenden, namentlich an den Küsten warmer Länder und gänzlich fehlt er wohl nur den ganz wasserlosen Gebieten des Binnenlandes. In vielen, namentlich sehr warmen Ländern, z. B. an der Nordostküste von Afrika, ist die Thaubildung so reichlich, daß er der Pflanzenwelt in der regenlosen Zeit hinlängliche Feuchtigkeit zuführt, und die Kleider der in der Nacht Reisenden ganz durchnäßt. In England beträgt der Thaufall des Jahres 5 Zoll.

Eine Hauptbedingung der Thaubildung ist ein heiterer Nachthimmel und eine stille, unbewegte Luft und dies zwar in so hohem Grade, daß die begonnene Thaubildung aufhört und der bereits niedergeschlagene Thau verschwindet, sobald sich der Himmel bewölkt und der Wind sich erhebt. Besonders reichlich schlägt sich der Thau nieder, wenn nach einem trüben windigen Tage ein klarer und windstiller Abend eintritt.

Daß der Thau senkrecht von oben kommt, zeigt sich ganz bestimmt dadurch, daß ein überdachter Gegenstand am Morgen unbethaut gefunden wird, während ein ganz gleicher Gegenstand dicht neben jenem, aber frei liegend stark vom Thau benetzt erscheint.

Es ist eine bemerkenswerthe Erscheinung, daß nicht alle Körper oder vielmehr Stoffe gleich stark vom Thau benetzt werden, wobei übrigens wohl zu unterscheiden sein wird, ob der weniger bethaute Körper überhaupt weniger Thau bekommen hat, oder den in gleichem Maaße mit anderen neben ihm liegenden Stoffen auf ihn gefallenen Thau, z. B. durch Einsaugung, wieder zum Verschwinden gebracht hat. Polirte Metallflächen sind viel weniger empfänglich als Glas. Auch der mechanische Zustand der Körper übt hier einen Einfluß aus, indem z. B. Holzspäne stärker vom Thau befeuchtet werden, als ein Stück Holz.

Obgleich die Thaubildung meist erst nach Sonnenuntergang und nur selten schon früher beginnt, so setzt sie sich doch die ganze Nacht hindurch in ziemlich gleicher Stärke fort, ja sie scheint nach Mitternacht an Stärke noch zuzunehmen. Man kann sich darüber leicht Gewißheit verschaffen, wenn man zu verschiedenen Stunden einer Nacht Gegenstände gleicher Art in's Freie legt.

Die nächstliegende Bedingung der Thaubildung ist, daß die dem Boden zunächstliegenden mit Wasserdampf, den wir als ganz durchsichtig und elastisch flüssig bereits kennen, gefüllten Luftschichten plötzlich stark erkaltet werden, wo-

durch sich der Wasserdampf, der darin enthalten ist, zu kleinen Wasserbläschen verdichtet. Diese Erkältung geht vom Erdboden aus, welcher nach Sonnenuntergang schneller seine Wärme durch Ausstrahlung verliert, als die Luft. Diese Wärmeausstrahlung des Bodens hört bei trübem Himmel und bewegter Luft ganz auf und damit fällt der Grund zur Thaubildung weg. Die so reiche Bethauung einer Wiese, von der man am Morgen leicht eine beträchtliche Menge von Wasser auffangen kann, während der daneben liegende festgetretene Weg nur wenig zeigt, rührt größtentheils schon daher, daß die zahllosen Grashalme eine Vertausendfachung der Bodenfläche der Wiese bilden und wahrscheinlich auch daher, daß die Pflanzenblätter eine große Empfänglichkeit für Thaubildung haben. Daß übrigens der Thauniederschlag auch in ziemlicher Höhe über dem Erdboden liegenden Luftschichten stattfinde, dafür zeugen die bethauten Schieferdächer hoher Häuser.

Wenn wir nachher bei der Betrachtung des Regens die Wolke als dessen Bildungsstätte kennen lernen werden, so haben wir jetzt im Thau einen Regen ohne diese Vorbedingung kennen gelernt, wie wir nun im Reif einen Hagel ohne Wolkenbetheiligung sehen werden.

Der Reif ist ein naher Verwandter des Thaues und zum Theil einerlei mit ihm, indem der Unterschied nur ein äußerer, nämlich die größere Kälte der Körper ist, auf denen sich der Reif ansetzt. Reif ist gefrorener Thau. Er ist zugleich oft die reinste Ausprägung der mathematischen Gestalt des Wassers, des Eiskrystalles, welche allerdings dadurch meist etwas verworren ist, daß sich gewöhnlich zahlreiche Eiskrystalle in zierliche Gruppen verbinden. Wir alle kennen die wunderschönen Bildungen des Juwelenschmucks, in welchem unsere winterlichen kahlen Wälder oft aus dem Nebel emportauchen, welcher sie über Nacht damit geschmückt hatte. Entgegen der Wissenschaft, welche auch für die Reifbildung eine klare ruhige Nacht voraussetzt, ist namentlich in Gebirgswaldungen oft zu beobachten, daß ein sogenannter Rauchfrost, wie man diesen diamantenen Baumschmuck nennt, sich in einem recht dichten Nebel bildete, der gewissermaßen die Lösung war, aus welcher die Wasserkrystalle an den feinen Verzweigungen der Pflanzen auskrystallisirt sind. Der Rauchfrost bildet dann namentlich an den tiefer unten am Boden wachsenden Pflanzenstengeln, an den Grashalmen, Brombeer-Ranken u. dergl., kammähnliche Stalaktitenbildungen, welche alle nach einer Richtung gekehrt sind als haben

sie sich unter dem Einflusse einer Luftströmung in dieser Richtung angesetzt. Die schönsten rosettenartig gruppirten Reifgebilde sieht man zuweilen auf zugefrorenen Teichen und Gräben

Das Glatteis, ebenfalls ein gefrorener Thau genannt, ist zuweilen doch mehr ein gefrorener sehr feiner Sprühregen, oder wenigstens ein Thau, dessen Wasserbläschen für unsere Hautempfindung oft unterscheidbar sind, was sonst bei dem Thau nicht der Fall ist. Es bildet sich, wenn eine verhältnißmäßig stark erwärmte Luft ihren Wassergehalt an sehr erkaltete Körper niederschlägt. Dem Forstmanne ist Glatteis an seinen Bäumen bekannt, denn es setzt sich zuweilen als dicke, glatte, vollkommen durchsichtige Kruste, aber stets nach der Luftströmung einseitig, an die Verzweigungen der Bäume an und bewirkt durch seine Last ein Niederzerren und Abbrechen der Zweige. Daher ist diese Glatteisbildung unter dem Namen Duftanhang in der Forstwirthschaft gefürchtet. Bei der Glatteis-Bildung kommt es nicht zur Ausbildung der Krystalle, vielleicht weil die zu starke Wärmedifferenz zwischen der Luft und dem kalten Körper eine zu starke Bewegung bewirkt, wie wir schon gesehen haben, daß zur Krystallbildung Ruhe erforderlich ist.

Der Nebel, den man im gewöhnlichen Leben von der Wolke unterscheidet, ohne jedoch etwas Anderes zu sein, bildet uns nun ein passendes Verbindungsglied zwischen Thau und Wolkenbildung.

Nebel, oder was eben gleichbedeutend ist, eine Wolke bildet sich, wenn die Temperatur einer mit Wasserdampf erfüllten Luftschicht sinkt und sie also dadurch genöthigt wird, diesen in Form außerordentlich kleiner Wasserbläschen auszuscheiden. Diese bleiben ihrer Leichtigkeit wegen zwar noch in der Luft schweben, aber sie machen dieselbe undurchsichtig. Der Unterschied zwischen Nebel und Wolke ist also nur ein örtlicher. Nebel ist eine am Boden ruhende Wolke, und eine Wolke ein in der Höhe gebildeter oder in die Höhe gestiegener Nebel. Jeder weiß, daß sich der Nebel entweder senkt, als ein Mittelding zwischen Thau und Regen niederschlägt, oder sich hebt und dabei vor unseren Augen in immer bestimmter sich gestaltende Wolken übergeht. Bei dieser Gestaltung zu Wolken haben jedenfalls die Bewegung, die Wärme- und vielleicht auch die Elektricitäts-Verhältnisse der Luft einen Einfluß.

Eine Veranlassung zu Nebel-, also auch zu Wolkenbildung ist auch das Mischen kalter und warmer Luftmassen, wodurch die letztere erkältet und veran-

laßt wird, ihren Wasserdampf in sichtbaren Wasserbläschen auszuscheiden. Diese Veranlassung bedingt namentlich kleine örtliche Nebelbildungen. Es ist z. B. bekannt, daß schnellströmende Flüsse kurz vor dem Zufrieren dampfen. Dies kommt daher, daß die kältere, also schwerere Luft der Ufer auf die Wasserfläche herabfließt und sich hier mit dem wärmeren Wasserdampfe der Oberfläche des Flusses mischt und ihn dadurch zu Nebel verdichtet. In diesem Falle pflegen wir die über dem Flusse liegende Dampfschicht in wallender Bewegung zu sehen, während sie scheinbar ganz bewegungslos ist, wenn der aufsteigende Wasserdampf (der als solcher unsichtbar ist), sogleich in eine ruhige kalte Luftschicht eintritt, wodurch die Nebelbläschen gebildet werden. So zeigen sich namentlich die grauen Nebelstreifen über feuchten Wiesen, von denen man unrichtig sagt: der Thau fällt, denn es ist kein Thau, welcher fällt, sondern von der Wiese aufsteigender Wasserdampf, der zu Nebel verdichtet wird.

Der Nebel kann zuweilen in so eigenthümlichen örtlichen Verhältnissen auftreten und eine so bedeutende Ausdehnung gewinnen, daß man von Nebelseen sprechen darf. In der „Natur" berichtet ein Beobachter von Nebelseen in der Schweiz. „Oft liegen in den Wintermonaten", sagt er (1854 Nr. 34.), „dichte Nebel in der ganzen Thalbreite vom Liechtensteinschen an, den Wallenstädter und Züricher-See entlang und weiter die Limmat hinab, wobei wochenlang keine Sonne zum Vorschein kommt. Die Kälte steigt dabei wohl über 12°, nach den bekannten Regeln der stillen Feuchtigkeit. Alles ist mit dickem Reif überzogen. Der ausgehauchte Athem setzt sich an Haar und Kleidern fest und selbst die nächsten Kirchthurmspitzen sind in dieser dichten und kalten Atmosphäre verhüllt, wobei nicht selten auch Schnee liegt. Es ist eine Temperatur, der Alles zu entlaufen trachtet, und welche die künstlichen Klimate der Zimmer aufsuchen läßt. — Aber je dichter die Nebel unten zusammengedrängt sind, um so sicherer ist der Genuß schöner Aussicht in warmer Sonne auf den nächsten leicht zu ersteigenden Bergen, hauptsächlich bildet der Uetli dann ein allgemeines Wanderziel; Hunderte eilen an Sonntagen hinauf, was in anderthalb Stunden zu vollbringen ist. Etwa 3200 Fuß über dem Meere bietet dieser Punkt dann wahrhaft Ueberraschendes. Um dahin zu gelangen, hatte ich alle Temperaturwechsel erlebt, unten durch Schnee gewatet, war bereift in die mittlere Region gekommen, fand dort schmutzige Wege, halbdurchsichtige Luft und gelangte endlich nach einer Stunde mühevollen Klimmens über

Felsrippen zu offnen Quellen, auf trockene, schnee- und eisfreie Pfade, in klare Luft und heitern Sonnenschein, wo dem Walde nichts als das grüne Laub gefehlt hätte. Vor dem Wirthshause saßen die Familien, ihren Kaffee im Freien trinkend, wozu 12° Wärme einluden, und Kinder drehten sich spielend am Boden. Dabei die Blicke zur unbegrenzten Ferne, zu den Berner, Schwyzer und Glarner Alpen, wie zum Schwabenlande frei, als wäre es Juni! — Doch in den Tiefen wogte ein Nebelmeer, und gespenstig zogen die Wolken, als wenn der Himmel nach unten gekehrt sei, langsam dem Laufe des Wassers nach. — Es waren Wellen und doch wieder nicht! Wolken und doch wieder nicht! mattbeleuchtet wie lockere Baumwolle zu schauen. Hier und da theilten sie sich, und der Wetterhahn irgend eines hochliegenden Kirchthurms, oder eine Fichte oder ein grauer Hügel trat wie eine Insel daraus empor, Alles von den Wolken der Tiefe scharf begrenzt. — Während ich an heitern Tagen hier oben von dem Geräusch der Stadt wenig gehört, war es jetzt umgekehrt; dumpfe Stimmen, Gemurmel und Gesumme, ferne Glockentöne, wie aus einem Grabe kommend, drangen zu mir empor, und hätten auch den Unkundigen dahin führen müssen, unter dem Nebelmeere ein reges Leben zu vermuthen."

Obgleich nicht zu unserer Aufgabe gehörend, so sei hier doch noch kurz der sogenannten trocknen Nebel gedacht. Zu diesen gehört besonders der Höhenrauch, auch Haarrauch, Moor- oder Haiderauch genannt. Es ist jetzt nicht mehr daran zu zweifeln, daß er von den der Düngung wegen absichtlich in Brand gesteckten Mooren in Westphalen herrührt, einer für die Nachbarländer keineswegs ganz gleichgültige Sitte, welche auf einer Fläche von 480 Geviertmeilen ausgeübt wird.

Daß übrigens die Nebelbläschen nicht Tröpfchen, sondern eben hohle Bläschen sind, wie Seifenblasen, ist ihrer außerordentlichen Kleinheit wegen an einem einzelnen kaum nachzuweisen, aber ihr optisches Verhalten und einige andere Verhältnisse derselben lassen kaum einen Zweifel darüber zu.

Die Wolken.

Wenn wir auch wissen, daß Wolken veränderliche Dinge sind, so hält man doch namentlich die mit grellen Farben und scharfen Umrissen am Himmelsblau körperlich lostretenden Wolken für beständigere, für festere Gebilde

als sie sind. Die Wolke ist kein fertiges Ding, sondern sie ist ein Bildungsvorgang in der Luft.

In den Alpenhöhen kann man sich davon leicht überzeugen. Vom Thale aus sieht man oft um die Scheitel der Alpen bestimmt geformte Wolken gelagert, von welchen der nichts sieht, der sich gerade in diesem Augenblicke genau in der Höhe der Wolke auf dem Berge befindet. Er sieht nichts um sich als den gewöhnlichen hellen Nebel, dessen Umrisse nichts weniger als scharf, sondern, oft dicht vor seinen Augen, in einem ewigen Zerfließen und Ergänzen begriffen sind. Wo Andere vom Thale aus bestimmte Wolken sehen, sieht er um sich ein zauberhaftes Schauspiel natürlicher „Nebelbilder." Wer es einmal gesehen, vergißt es nie wieder. Etwa 8000 F. hoch am Fuße des Gipfels des Sidelhornes über dem Grimselpaß stehend, hatte ich diesen Hochgenuß des Alpenreisenden. Bald stand ich in undurchdringlichen Nebel gehüllt, so daß ich meine kaum 10 Schritt von mir entfernten Begleiter nur als graue Schatten sah, bald ließ links eine plötzliche stellenweise Verdünnung des Nebels die weiße Pyramide des 11000 F. hohen Galenstocks hindurchschimmern, die immer deutlicher wurde, bis sie in blendender Morgenbeleuchtung vor mir stand, um gleich darauf eben so allmälig wieder zu erblassen. Das dunkle Himmelsblau über mir stand in ununterbrochenem Wechsel seiner Töne, je nachdem es durch Risse im Nebel rein hervortrat oder durch verschieden dichte Nebelmassen in vielen Abstufungen verschleiert wurde. Sehr oft sind namentlich in aufsteigenden weiten Felsenschluchten, wie z. B. im Oberhaslithale bis zur Grimsel, solche Nebelgebilde, die wir eben als das Geheimniß der Wolkenwerkstatt kennen lernten, von sehr beschränkter Ausdehnung und es schweben bald höher bald tiefer unter dem Gipfel der zackigen Felsenwände lockere, wie zerzaus't aussehende Nebelwolken gleich einem vielfach zerrissenen und zusammengeknitterten Schleier. Dies läßt auf sehr beschränkte örtliche Bedingungen zur Wolkenbildung schließen.

Ueberhaupt geben die Alpen einen erwünschten Maaßstab für die Höhe der Wolken ab. Ueber dem Vierwaldstädter See, der in seinem oberen Theile gegen Flüelen hin mit himmelhohen Bergen umsäumt ist, erheben sich die aus dem Wasser aufsteigenden Nebel bis zu einer bedeutenden Höhe, und lagern sich dann für einige Zeit etwa in zwei Drittel der Höhe dieser Berge an deren Wände, auf welche sie tiefe Schatten werfen. Man ist hier nicht in Zweifel, daß es emporgestiegene Wassernebel sind, aber in der Ebene würde man sie

unbedenklich als Wolken gelten lassen. Dieselbe Erscheinung verräth den Seefahrern oft schon von weitem die kleinen niedrigen Inseln der Aequinoctialmeere, die viel später sichtbar werden, als die über ihnen lagernden Wolken.

Der Engländer Luke Howard hat es versucht, die veränderliche Wolke auf drei Grundformen zurückzuführen, zwischen denen er dann noch vier Zwischen- oder Uebergangsformen annimmt. Diese Eintheilung der Wolkenformen hat allgemeine Geltung erlangt und behauptet sie trotz ihrer nothwendigen Unzuverlässigkeit auch heute noch.

Die Federwolken (cirrus) erscheinen als lange, feine, meist etwas gebogene und oft vielfach zerschlissene und sich zuweilen netzartig durchkreuzende Gebilde von meist vollkommener Weiße — bei Sonnenauf- und Untergang jedoch natürlich mit den entsprechenden Färbungen. Bald ändern sie ununterbrochen aber nur langsam ihre Gestalt, bald stehen sie stundenlang unverändert am Himmel, und nicht selten sieht man neben einander mehrere zugleich von sehr übereinstimmender Form, was auf parallel neben einander verlaufende Luftströmungen schließen läßt.

Die Haufwolke (cumulus) erscheint am schönsten ausgeprägt und am großartigsten im Sommer; ihre Gestalt bedarf kaum einer Erklärung; es sind die meist blendend weißen oder strohgelblichen, fast immer sehr scharf umgrenzten rundlichen, einzelnen oder zu Gruppen vereinigten Wolkenballen des Morgen- und Abendhimmels. In letzterem Falle, wenn sie sich am Grunde wie auf einem gemeinsamen Gestelle verbinden, bilden sie die Uebergangsform zur folgenden Gestalt.

Die Schichtwolke (stratus) begrenzt meist als eine mehr oder weniger wagerechte Wand den Gesichtskreis und ist, weil sie weniger von den Sonnenstrahlen durchdrungen ist, meist grau gefärbt, doch auch zuweilen von blendender Weiße.

Die vier Mittelformen sind die Federhaufwolke (cirrocumulus), die Federschichtwolke (cirrostratus), die Haufschichtwolke (cumulostratus) und die Regenwolke (nimbus). Sie erklären sich leicht aus der Bezeichnungsweise. Die Federhaufwolken sind uns unter dem Namen Schäfchen oder Schäfchenwolken bekannt. Sie sind eigentlich kleine Haufwölkchen, welche zu luftigen Gruppen, oft mit überraschender Regelmäßigkeit, in großen Mengen gruppirt sind, so daß zuweilen fast der ganze Himmel damit bedeckt ist.

Digitized by Google

Digitized by Google

II.

Wolkenformen I.

Digitized by Google

Zur Regenwolke wird jede Wolke, indem sie sich in Regen auflöst. Dabei wird entweder, namentlich wenn die Regenwolke in unserem Scheitelpunkte (Zenith) und nicht hoch steht, der ganze Himmel in einen grauen Ton gekleidet, oder es bleiben wenigstens eine Zeitlang die einzelnen Wolkenkörper, die zum Nimbus zusammenflossen, unterscheidbar. Meist bildet sich die Regenwolke aus der Haufschichtwolke, was eben so viel heißt, daß diese Wolkenform am meisten geneigt ist, ihren Wassergehalt zu entschütten.

Die Tafeln II. und III. veranschaulichen uns in landschaftlicher Verwendung alle diese Wolkenformen und um die hübschen Bilder nicht zu verunzieren, sind die Ziffern durch Vögel ersetzt. Auf Tafel II. sehen wir 1) die Haufwolke, 2) die Haufschichtwolke, über welcher einige kleine ballenförmige Haufwölkchen stehen und noch höher eine in Auflösung begriffen. Unten in der rechten Ecke, 3) haben sich die Wolkenmassen in einen Nimbus aufgelöst. Taf. III. zeigt uns zunächst bei 1) und 3) die beiden andern Grundgestalten der Schichtwolke und der Federwolke; 2) ist eine Gruppe von sogenannten Schäfchen, die Federhaufwolke; 4) ist eine nach unten in eine Federwolke sich auflösende Haufwolke und 5) eine Federschichtwolke.

Was die Höhe der Wolken betrifft, so denkt man sich dieselbe gewöhnlich beträchtlicher als sie ist. In der wärmeren Jahreszeit stehen sie gewöhnlich höher als in der kalten und im Einklange damit bei uns bei Südwind höher als bei Nordwind, und eben so stehen sie am Aequator im Allgemeinen höher als nach den Polen hin. Am höchsten erheben sich die Federwolken. Humboldt sah sie noch hoch über dem Gipfel des Chimborazo stehen. Die Schneebedeckung der über 25,000 Fuß hohen Gebirge Thübets deutet auf noch höher stehende Wolken, aus denen der Schnee auf diese Gipfel herabgefallen sein muß. Die Höhe einer geographischen Meile scheinen jedoch die Wolken selten zu übersteigen. In Deutschland sinkt die Höhe oft bis auf 1500 Fuß herab.

Die Bestimmung der senkrechten Entfernung ist nicht zu verwechseln mit dem horizontalen Abstande von dem Beobachter und in dieser Beziehung sind scheinbar gerade über uns stehende Wolken oft weiter entfernt als man glaubt.

Die Größe der Wolken ist, wenn sie sehr hoch stehen und klein sind, durch ihren Schatten, der ihrer Größe gleich ist, leicht zu ersehen.

Der Wassergehalt der Wolken läßt sich ebenfalls annähernd berechnen. So giebt Schübler z. B. an, daß eine Wolke von 1000 Fuß Länge,

Digitized by Google

III.

Wolkenformen II.

Digitized by Google

dorrenden Saaten befeuchtet und das Bangen der Armuth in freudiges Hoffen verkehrt.

Obgleich die Witterungskunde von unserer Aufgabe nur leise berührt wird, und diese Wissenschaft überhaupt die Kinderschuhe noch nicht abgelegt hat, so müssen wir dennoch mit einigen Worten von den Wolken als Wetterpropheten sprechen. Die „Wetterbäume" oder „Windbäume" sind in dieser Hinsicht in üblem Geruche. So nennt man baumartig verzweigte, feine, aber oft große Ausdehnung erlangende Federwolken, welche namentlich als Windbringer gelten. Die Federwolken sind überhaupt dann ziemlich sichere Vorboten herannahenden Regenwetters, wenn sie sich nach lange heiterem Himmel zu bilden anfangen; denn sie sind der Beginn der Wolkenbildung, also der beginnenden Verdichtung der atmosphärischen Feuchtigkeit, welche zuletzt immer mit Regen enden muß, wenn nicht Winde die Wolken verjagen. Oft aber lösen sich solche Federwolken wieder auf, was namentlich dann der Fall ist, wenn sie sehr hoch stehen und sehr scharfe Umrisse haben. Aber eben so sind Federwolken Vorboten des heiteren trocknen Wetters, wenn sich nämlich die schweren Haufwolken allmälig in Federwolken auflösen, gewissermaaßen zerfasern.

Die Haufwolken, ein Schritt näher zur Regenwolke, sind dennoch eine Vorbedeutung anhaltenden trocknen Wetters, wenn sie bei zunehmender Tageswärme über ebenen Gegenden entstehen, eine scharfe Begrenzung annehmen und eine weiße Farbe haben und sich allmälig wieder auflösen, um an den Gebirgen und über Waldungen auf kurze Dauer wieder zu entstehen. Wenn sie dagegen in den Nachmittagsstunden an Größe und Häufigkeit zu- und eine dunkle Färbung annehmen, und sich unten in Schichten verbinden, so wissen wir alle, daß dies ein Anzeichen von Regen, im Sommer zugleich oft von einem Gewitter ist. Solche Anzeichen stehen aber bekanntlich immer unter der Botmäßigkeit der Winde, welche sie gar oft zu nichte machen.

Wie schnell namentlich in der Gewitterzeit die Vorgänge der Wolkenbildung verlaufen und wie schnell oft die Erfüllung unserer Gewitterprophezeihungen überflügelt, wir aus dem Bereiche der Vermuthung in das der Thatsachen gerissen werden — wer hätte das nicht schon hundertmal erlebt.

An Morgen- und Abendroth, die glanzvollen Feierlichkeiten des Kommens und des Scheidens der hohen Himmelskönigin, knüpft sich gar oft und gern das eingebildete Wissen der himmlischen Weissager. Sind dabei die ver-

schleiernden Wolkenschichten dünn und scharf begrenzt und glänzen sie in leuchtenden rothen und rothgelben Farben, so deutet das Abendroth auf gutes Wetter, während bei den entgegengesetzten Eigenschaften der Wolken und wenn dabei die Sonne von einem weißlichen Glanze umgeben und ihre Gestalt etwas entstellt ist, das auf Regenwetter deutet.

Der Regen.

Zwischen dem sogenannten Staubregen und einem fallenden Nebel ist oft in der Erscheinung nur ein geringer Unterschied, wie in der Natur der Sache zwischen beiden aber gar keiner ist. Höchstens könnte man die Grenze zwischen fallendem Nebel und Regen darein setzen, daß man die einzelnen Tröpfchen mit den Augen unterscheiden kann und daß der Nebel wahrscheinlich mehr aus Bläschen als aus Tröpfchen besteht. Die Größe der Regentropfen ist bekanntlich sehr verschieden. Bedeutender ist sie im Allgemeinen zur warmen Jahreszeit und in heißen Erdstrichen, als in der kalten Jahreszeit und näher nach den Polen hin. Am größten pflegen die Tropfen eines Gewitterregens zu sein.

Obgleich schon bei dem Thau und Nebel Einiges über die Veranlassung zu ihrem Niederschlage bemerkt worden ist, so gehe ich doch hier nochmals und zwar etwas vollständiger darauf ein, weil wir eben gewöhnt sind, den Regen als die wesentlichste Form des atmosphärischen Wasserniederschlages zu betrachten.

Dieser Veranlassungen sind wesentlich drei: 1) Verminderung der Wärme der mit Wasserdampf erfüllten Luftschicht; 2) Verminderung des Luftraumes, welchen die Wasserdämpfe einnehmen und 3) Zuführung eines Ueberschusses von Wasserdämpfen in eine Luftschicht, welche bereits damit gesättigt war.

Die Verminderung der Wärme kann von verschiedenen Veranlassungen herrühren. Die nächstliegende ist die Wärmeausstrahlung der Wolken gegen den Himmelsraum oder die Erdoberfläche; oder die Wärme einer Wolke wird durch sie durchdringende kältere Dünste oder auch dadurch verringert, daß von höheren Wolken Regen in sie fällt, dessen Verdunstungskälte ebenfalls erkältend einwirken muß. In allen diesen Fällen muß durch die Verminderung der Wärme das Verdichten und Fallenlassen des Wasserdampfes bewirkt werden, weil wir wissen, daß das Vermögen der Luft, Wasser in Dampfform festzuhalten, immer in einem bestimmten Verhältnisse zu ihrer Wärme steht. Daß

die Wolken oft eine höhere Temperatur als die sie umgebende Luft und als die Erdoberfläche haben, beweisen die oft vorkommenden Fälle, daß die Kälte oft plötzlich nachläßt, wenn sich der Himmel mit Wolken bedeckt.

Die Verminderung des Raumes, welchen Wasserdünste einnehmen, muß deshalb eine Veranlassung zu atmosphärischen Niederschlägen werden, weil die Luft kein unbegrenztes Aufnahmevermögen (Kapacität) hat. Wird durch das vermehrte Gewicht oberer Luftschichten eine untere feuchte Luftschicht zusammengedrückt, also räumlich verringert, so wird dadurch, wenn dabei die Temperatur nicht erhöht wird, ein Mißverhältniß zwischen Raum und Dunstmasse entstehen und letztere tropfbar flüssig niederfallen.

Die Vermehrung der Wasserdämpfe in einer damit bereits erfüllten Luft durch Zuführung weiterer geschieht entweder durch den Wind oder durch ununterbrochenes Aufsteigen von Wasserdünsten, wodurch endlich in gewisser Höhe eine Uebersättigung eintreten und dann ein atmosphärischer Niederschlag erfolgen muß.

Ehe wir vom Regen weiter sprechen, ist es nothwendig, des Mittels zu gedenken, wie man sich eine Kenntniß von der in einer bestimmten Zeit und an einem bestimmten Orte gefallenen Regenmenge verschafft. Das dazu verwendete Instrument nennt man Regenmesser, Hyetometer (auch Ombrometer oder Udometer). Wenn nicht der Wind und die Verdunstung einige kleine Schwierigkeiten bereiteten, so wäre der Regenmesser das einfachste Instrument von der Welt. Es bedarf dazu blos eines beliebigen Gefäßes von Metall oder Glas. Man stellt dasselbe etwa 1 Fuß hoch vom Boden an einem freien Orte auf, wo der Regen möglichst unbehindert durch den Wind hineinfallen kann. Hat das Gefäß einen ganz ebenen Boden und ist es waagerecht aufgestellt gewesen, so daß also das hineingefallene Regenwasser darin überall gleich hoch steht, so reicht zu einer oberflächlichen Messung der gefallenen Regenmenge aus, daß man einen fein getheilten Zoll- oder Meterstab senkrecht hinein stellt, und daran die Höhe des Wassers abliest. Allein dies giebt für die Wissenschaft ein zu ungenaues Maaß, weil eine geringe Ungenauigkeit im Ablesen des Maaßes von um so größerem Einflusse ist, je geringer nach einem Regen die gefallene Wassermenge ist, die selbst nach einem uns bedeutend scheinenden Regen meist nur wenige Linien beträgt. Der stärkste Sommerregen ergiebt in Norddeutschland in 24 Stunden kaum einen Zoll

hoch Wasser. Daher bedient man sich eines Gefäßes, dessen Oeffnung eine genau gemessene Größe hat und gießt dann aus demselben das aufgefangene Regenwasser in eine mit einer Maaßeintheilung versehene Röhre, deren Oeffnung der so oder so vielste Theil der Oeffnung jenes ersten Gefäßes ist. Dann läßt sich aus diesem bekannten Verhältnisse das Höhenmaaß des gefallenen Regens genauer berechnen, weil man es dabei nur mit einer kleinen Oberfläche Wassers zu thun hat. Der wesentliche Grund zu dieser größeren Umständlichkeit (die bei vielen der mancherlei Regenmesser noch viel größer ist) liegt darin, daß der Wasserstand in einem sehr weiten Gefäße, wenn er vielleicht nur ¼ Zoll beträgt, schwer ganz genau zu messen ist, und nach jeder Regenmessung ein Fehler von nur ¼ Linie schon eine beträchtliche Ungenauigkeit veranlaßt, da er sich bei jedem Regen wiederholt. Wie groß der Einfluß dieser Beobachtungsfehler werden muß, geht daraus hervor, daß z. B. in Erfurt die jährliche Regenmenge nur 15½ Zoll beträgt. Wenn wir dazu nur 50 einzelne Regenfälle jährlich annehmen, also 50 Messungen machen müßten, so begreifen wir, wie fünfzig Irrungen um ¼ Linie einen jährlichen Irrthum von mehr als 2 Zoll, also einen beträchtlichen Theil der ganzen Summe betragen würden.

Der gewöhnlich angewendete Regenmesser ist Fig. 8. abgebildet. Er besteht aus einem postamentähnlichen Blechgefäße, von welchem aus der Figur ein Theil der vorderen Wand hinweg genommen ist, um das Innere sichtbar zu machen. Man macht es gewöhnlich bei beliebiger Höhe 4—8 Decimeter ins Geviert weit, denn natürlich ist die Weite, welche die das Regenwasser auffangende Fläche darstellt, ganz gleichgültig, da es nur auf die Höhe der aufgefallenen Regenmenge ankommt. Nur muß, wie sich von selbst versteht, die auffangende Oeffnung nicht weiter oder enger sein, als die Bodenfläche, weil ein zu weites Gefäß im Verhältnisse zur Bodenfläche zu viel und ein zu enges zu wenig Wasser auffangen müßte. In der Oeffnung des Gefäßes steht ein ganz gleich weiter

Fig. 8.

Kasten, dessen trichterförmig gestalteter Boden das Regenwasser hindurchlaufen läßt in den unteren auffangenden Raum. Aus dem Boden dieses letzteren tritt eine oben offene aufrechte Glasröhre aus dem Regenmesser heraus, in welcher nothwendig das Wasser stets genau so hoch stehen muß, wie inwendig. Diese Röhre ist in Zolle und Linien oder nach dem Metermaaße eingetheilt, so daß man auswendig den innern Wasserstand ablesen kann. Die Einrichtung dieses Regenmessers ist natürlich auf Vermeidung des Verdunstungsverlustes und von Verunreinigung berechnet.

Nur selten und auf kleinen Flächen sehen wir das wahre Maaß des eben gefallenen Regens und wir sehen weit mehr ins Auge fallend das Regenwasser, welches an tieferen Stellen zusammenfließt. Diesem nach sind wir leicht geneigt, die Menge des jährlich auf einem gegebenen Flächenraum fallenden Regens für beträchtlicher zu halten, als sie ist. Die 15½ Zoll, welche jährlich in Erfurt fallen, vertheilen sich auf 128 Regentage, so daß also noch nicht ⅛ Zoll auf den Tag kommt.

Der Regenmesser führt uns auf das Maaß des überhaupt fallenden Regens. In dieser Beziehung haben wir vorher die allgemein dabei geltende Regel bereits erfahren. Folgende Tabelle*) wird zeigen, wie die Regenmenge von den Polen nach dem Aequator hin immer mehr zunimmt:

Petersburg	unter	59° 56′	nördl.	Breite	17,0	par.	Zoll
Upsala	=	59° 51′	=	=	14,5	=	=
Stockholm	=	59° 20′	=	=	17,2	=	=
Kopenhagen	=	55° 41′	=	=	17,2	=	=
Berlin	=	52° 31′	=	=	19,6	=	=
London	=	51° 31′	=	=	19,7	=	=
Paris	=	48° 50′	=	=	20,8	=	=
Genf	=	46° 32′	=	=	28,9	=	=
Triest	=	45° 38′	=	=	32,0	=	=
Venedig	=	45° 28′	=	=	29,9	=	=
Viviers	=	44° 29′	=	=	33,9	=	=
Genua	=	44° 23′	=	=	51,7	=	=

*) Nach Schübler. Müller giebt etwas abweichende, großentheils beträchtlichere Mengen an.

Neapel	unter 40° 50′ nördl. Breite	35,0 par. Zoll			
Martinique	= 14°36′ = =	81,6 = =			
St. Domingo	= 19° = =	100,8 = =			
Grenada auf den Antillen	= 12° = =	126,4 = =			
Unter den Wendekreisen im Mittel		115,0 = =			

Erinnern wir uns bei Durchsicht dieser Tabelle des über die Luftströmungen als Witterungsmacher Gesagten, so werden wir uns manche Unregelmäßigkeiten in dem Fortschreiten der Tabellenverhältnisse leicht erklären. Genua mit mehr als 51 Zoll sticht gegen das nur um 1° nördlicher liegende Venedig mit nur ziemlich 30 Zoll Regen mächtig ab; dafür liegt Genua aber an der Westküste Italiens und empfängt aus erster Hand die Feuchtigkeit der über das Meer kommenden herrschenden Westwinde; Venedig dagegen erhält blos den Ueberrest, den die Luftströmungen von ihrem Marsche über die Breite Italiens übrig behalten haben. Noch greller ist die Verschiedenheit, aber eben so leicht zu erklären, zwischen Upsala und Petersburg.

Daß diese von der geographischen Breite bestimmte Regel der Regenmenge durch die Oertlichkeit mancherlei Ausnahmen erleiden müsse, namentlich durch Höhenzüge, Seehöhe, Bewässerung, Bewaldung u. dergl. ist leicht zu errathen. Gewöhnlich haben die einige tausend Fuß hoch gelegenen Flächen, wenn sie bewaldet sind, einen größeren Regenniederschlag, als die zunächst liegenden Ebenen.

Unter Berücksichtigung solcher Verhältnisse hat Schübler drei Klassen von Oertlichkeiten in Deutschland und den angrenzenden Landestheilen mit geringer, mittler und großer Regenmenge zusammengestellt, von denen ich einige Beispiele hervorhebe.

1. Gegenden mit geringer Regenmenge.

Berlin	52° 31′ N. Br.,	101 Fuß Seehöhe	19,6 Zoll Regenmenge	
Erfurt	50° 58′ = =	585 = =	15,6 = =	
Prag	50° 5′ = =	764 = =	15,4 = =	
Ofen	47° 29′ = =	474 = =	17,9 = =	

2. Gegenden mit mittlerer Regenmenge.

Göttigen	51° 32′ N. Br.,	456	Fuß Seehöhe	24,9	Zoll Regenmenge		
Breslau	51° 6′	=	= 311	=	=	23,9	= =
Genf	46° 12′	=	= 1191	=	=	28,9	= =

3. Gegenden mit großer Regenmenge.

Dortrecht	51° 47′ N. Br.	——	Fuß Seehöhe	38,6	Zoll Regenmenge		
Freudenstadt auf d. Schwarzwald	48° 27′	=	= 2175	=	=	57,1	= =
St. Bernhard	45° 32′	=	= 7668	=	=	59,2	= =.

Eben so wie diese Angaben sich auf die mittlere Regenmenge, d. h. auf das Durchschnittsergebniß oftmals an demselben Orte wiederholter Beobachtungen, beziehen so kann man nun aus allen diesen Angaben, mit Ausschluß der außerdeutschen Punkte, die mittlere Regenmenge für ganz Deutschland berechnen, welche sich auf 27 Zoll stellt. Uebrigens ist hierbei immer auch dasjenige atmosphärische Wasser mit begriffen, welches als Schnee und Hagel fällt.

Wie wichtig eine Kenntniß dieser Verhältnisse für die Landwirthschaft sei, liegt auf der Hand. Denn es ist von erheblicher Bedeutung, ob eine und dieselbe Regenmenge auf einen Sandboden oder auf einen Thonboden fällt. Ersterer kann nicht leicht zu viel Regen bekommen, weil er ihn schnell durch sich hindurch läßt und oberflächlich eben so schnell davon durch Verdunstung wieder abgiebt. Dagegen wird auf Thonboden des Regens sehr bald zu viel, weil er durch Wasser schnell zusammengeschwemmt, hart und für das Eindringen der Luft und für die Erwärmung dadurch verschlossen wird. Mehr über diese Bedeutung des Wassers werden wir in dem Abschnitte „das Wasser als Ernährer" erfahren.

Nicht minder als nach den örtlichen Verhältnissen ist der Wasserniederschlag einer Gegend nach den Jahreszeiten verschieden, so daß man beinahe für jede Gegend von einer bestimmten Regenzeit sprechen kann. Für Mitteldeutschland ist im Allgemeinen der Sommer (namentlich Juni und Juli) die Regenzeit, für Mailand und Padua der Herbst, für Turin der Frühling. Der regen= (oder schnee=) ärmste Monat für Deutschand ist der Januar ($1\frac{5}{12}$ Zoll), der reichste der Juni ($3\frac{1}{9}$ Zoll).

Dieses Maaß des fallenden Regens steht übrigens in keinem geraden Verhältnisse zu der Zahl der Regentage, d. h. diejenige Gegend, welche mehr Regen hat als eine andere, zählt nicht immer auch mehr Regentage als diese. Dies hängt mit der Dichtigkeit oder Ergiebigkeit des Regen- oder Schneefalles zusammen. So hat z. B. Giengen im Badischen durchschnittlich 19 Regentage weniger als Göttingen und dennoch über 1 Zoll Regen mehr. Hierin stellt sich als Erfahrungssatz heraus, daß in nördlichen oder überhaupt kälteren Gegenden der Regentage mehr sind, in wärmeren und südlicheren die Regenfälle seltner aber reichlicher.

Die Menge des fallenden Regens steht in den meisten Fällen in einer genauen Beziehung zu der Windrichtung. Für Deutschland ist die Nässe des Westwindes allgemein bekannt. Dabei üben selbst schon niedere Höhenzüge einen bemerkbaren Einfluß aus, wie wir dies im Großen früher von den Anden hinsichtlich Chile's erfahren haben. Auch hierüber hat die Meteorologie genaue Beobachtungen angestellt und gefunden, daß die mittlere Windrichtung, bei der in Deutschland der meiste Regen fällt, zwischen W. und SW. fällt.

Wir haben schon oben gesehen, daß man die fallende Regenmenge gewöhnlich überschätzt, indem ich, nach Dove's Beobachtung, erwähnte, daß in Norddeutschland während eines starken Sommerregens in 24 Stunden kaum 1 Zoll hoch Wasser falle. Dies ist natürlich so zu verstehen, daß wenn der Erdboden unter der Regenwolke vollkommen eben und für Regenwasser undurchdringlich wäre, das Regenwasser auf ihm am Ende des Regens 1 Zoll hoch stehen würde. Beides ist aber der Boden nicht. Das immer nach Gleichgewicht strebende Wasser fließt auf unebenem Boden schnell nach dessen Vertiefungen, in denen wir das vielleicht einer großen Fläche zugekommene Wasser beisammen sehen. Anderes dringt schnell in den Boden ein, zumal in Sandboden. Und so sehen wir immer entweder weniger oder mehr, als das wirklich gefallene Maaß.

Ganz andere Erscheinungen, als unsere stärksten Gewitterregen, sind die **tropischen Regengüsse**, von denen ein englischer Officier sagt, daß er nicht in Tropfen, sondern in Wasserfäden falle. Während der Himmel über Petersburg 161 Regentage braucht, um 17 Zoll (Dove nimmt 16 Zoll an) Regenwasser herabzuschütten, reichen am Aequator 78 Tage zu 88 Zoll aus.

Kapitain Roussin sah in Cayenne in einer Nacht 10⅓ Z. Regen fallen, was halb so viel ist, als in Paris in einem Jahre fällt. Bei solchen Regengüssen können wir uns nicht wundern, daß dort zur Regenzeit durch die austretenden Ströme weite Gebiete in Seen verwandelt werden. Doch auch wir haben zuweilen tropische Sündfluthen zu beklagen, denn bei uns sind sie immer Verwüster, während sie zwischen den Wendekreisen die Erwecker von Millionen in den Banden der Dürre erstorbener Keime sind. Allen sind noch die neuesten Verheerungen um Lyon im Gedächtnisse. Am 25. Oktober 1822 fielen in Genua 30 Zoll Regen; bei Genf während eines dreistündigen Gewitters am 20. Mai 1827 6 Zoll.

Aber keinen Begriff haben wir von den mit großen Regengüssen begleiteten Tornados der Aequatorialzone und den Tyfoons der chinesischen und indischen Meere, welche selbst die in den Schrecknissen der Seestürme ergrauten Matrosen erbeben machen.

Bekannt ist die strenge Scheidung des Jahres in eine Regen- und eine regenlose Zeit in der Aequatorialzone. Die Indianer am Orinoko theilen geradehin das Jahr in die Zeit der Sonne und in die Zeit der Wolken.

Wenn ein Regenfall von verschiedenen Beobachtern an einem hohen Bergabhange zu gleicher Zeit beobachtet wird, so finden sie, daß die in der Höhe fallenden Tropfen kleiner sind, als die in der Tiefe fallenden, was beweist, daß die Tröpfchen im Fallen vergrößert werden, nicht allein durch Zusammenfließen mehrerer kleiner zu einem größeren, sondern auch durch Fortsetzung der Wasserverdichtung in den unter der Regenwolke ruhenden Luftschichten. Es ist also die Art der Vergrößerung eines im Schnee gewälzten Schneeballes.

Schnee, Graupeln und Hagel.

Ist die Temperatur der Wolke, in welcher sich ein Niederschlag bildet, dem Eispunkte nahe oder selbst unter demselben, so bilden sich keine Tropfen, sondern die Wasserdämpfe schießen zu Krystallformen aneinander, ähnlich wie bei der Reifbildung, bei welcher jedoch immer ein fester Anheftungspunkt für die anschießenden Krystalle erforderlich ist. Bei der Bildung der Graupeln und des Hagels treten noch andere bedingende Umstände hinzu. Selten ist jedoch der Schneefall von einem hohen Kältegrade begleitet, und Schneefälle

bei — 16 bis 18° sind als große Seltenheiten aufgezeichnet worden. Diese Seltenheit des Schneefalles bei großer Kälte ist jedoch nichts Wunderbares, sondern im Gegentheile leicht erklärlich, da wir bereits wissen, daß in kalter Luft weniger Wasserdampf enthalten sein kann, als in warmer. Bei großer Kälte fallender Schnee wird wahrscheinlich durch Einströmen oberer wärmerer und daher feuchterer Luft in die kalte bedingt. Meist ist die Temperatur beim Schneien zwischen — 4 bis 5°. Bei großer Kälte sind die Eiskrystalle meist klein und unvollkommen ausgebildet, während Schneefall bei einer Temperatur von 1 bis selbst 1½° über Null den großflockigen schnell zerfließenden Schnee liefert.

Während bei der gewöhnlichen Eisbildung wegen zu schnell verlaufender Krystallisation diese letztere nur äußerst selten eine regelmäßige Gestaltung zeigt, sind die Schneeflocken meist sehr regelmäßige Krystalle oder Anhäufungen von solchen, bei denen stets Winkel von 60 oder 180° Größe vorkommen.

Die genauesten Beobachtungen über die Gestalten der Schneeflocken sind auch heute noch diejenigen, welche vor etwa 35 Jahren der Engländer Scoresby im nördlichen Eismeere angestellt hat. Er unterscheidet fünf Hauptformen derselben: 1) dünne Blättchen; 2) flache oder kugelige Kerne mit ästigen Zacken; 3) feine Spieße oder sechsseitige Prismen; 4) sechsseitige Pyramiden; 5) Spieße, von denen das eine Ende oder beide im Mittelpunkte eines dünnen Blättchens stecken. Bei der Entstehung der oder jener dieser Gestalten mag vielleicht die Elektricität, gewiß aber auch der Temperaturgrad der Luft einen Einfluß haben.

Die schönsten Bildungen fallen in das Gebiet der ersten von den fünf Scoresby'schen Grundformen. Es sind dies die zierlichen Sternchen, welche namentlich bei einer auf oder nur wenig unter dem Gefrierpunkte stehenden Temperatur fallen. Ich gebe hier in Scoresby's Abbildungen einige dieser so flüchtigen kleinen Juwelen (Fig. 9.).

Diese und eine Menge anderer nicht abgebildeter Schneekrystalle sind oft sehr unregelmäßig ausgebildet und oft zu großen Flocken locker zusammengehäuft.

Der anhaltendste und dichteste Schneefall giebt natürlich viel weniger Wasser als ein mäßiger Regen. Nach Schübler's Beobachtungen gehören im

Fig. 9.

Formen der Schneeflocken nach Scoresby.

Mittel zu 1 Kubikzoll Wasser etwas über 14 Kubikzoll Schnee. Aus diesem Verhältnisse erklärt es sich, daß eine mehrere Fuß hohe Schneelage durch das Thauen, wenn dieses nicht zugleich von Regen begleitet ist, oft nur eine geringe Wassermenge und selten ein bedeutendes Austreten der Flüsse hervorbringt.

Unsere deutsche Ebene darf übrigens nicht sagen, daß sie den Schnee kenne. Dazu muß man in die Wellenthäler des Erzgebirges und anderer deutscher Höhenzüge, dazu muß man vor allem in die Hochregionen der Alpen gehen. Es ist keine Uebertreibung, daß im sächsisch-böhmischen Erzgebirge manchmal der winterliche Pfad an einem Schornsteine vorüberführt, den ein tief in einer Schneewehe vergrabenes Haus als Wahrzeichen seines Daseins hervorstreckt. Um die Schneemassen der Alpen zu würdigen, muß man sie nicht im August besuchen, wo jene durch die Sonnenwärme und durch Lauinenfall auf das geringste Maaß zurückgeführt sind. Man ahnet dann nur nach den Schilderungen und nach den örtlichen Hinweisungen der Führer die unermeßliche Menge, welche bis zum April die Häupter und Thäler der Alpen bedecken mag, sie aber oft auch vollkommen unzugänglich macht. Dann geht z. B. von der Grimsel herunter nach dem Haslithale der gerade und steil abfallende

Pfad über eine haushohe Schnee-Ausfüllung der von der Aare tief ausgewühlten zickzackartig gewundene Felsengasse, und dann rauscht der nur an wenigen Stellen sichtbare Fluß tief unter den Füßen des Wanderers von unermeßlichen Schneemassen überwölbt. Im folgenden Abschnitte werden wir bei Betrachtung der Gletscherthätigkeit den Alpenschnee näher kennen lernen.

Ein Mittelding zwischen den Schneeflocken und dem Hagel bilden die sogenannten Graupeln*). Die Wissenschaft behauptet, daß zur Bildung derselben eben so wie zu der des Hagels ein vorzüglich stark elektrischer Zustand der Wolke erforderlich sei, wenigstens bemerkt man während des Fallens beider oft einen schnellen Wechsel der atmosphärischen Elektricität. Die Graupeln sind schneeweiße runde Körner, meist von der Größe der Wickenkörner, selten etwas größer und bestehen aus dicht zusammengeballten Schneeflocken. Sie fallen am häufigsten im Frühjahre und beim Uebergange der kälteren in die warme Jahreszeit. Sehr selten dauert ein Graupelwetter länger als einige Minuten, was wenigstens auf einen dazu erforderlichen sehr besonderen und nicht dauernden Zustand des Luftmeeres schließen läßt. Dove klagt, daß die Graupeln häufig mit Hagel verwechselt werden, von dem sie doch wesentlich verschieden, auch niemals so verderbenbringend wie dieser sind.

Der Hagel, oft auch Schloßen genannt, besteht immer aus wirklichem Eise. Die Körner sind meist rund oder eiförmig, selten jedoch diese Formen ganz rein zeigend, denn oft sind sie ziemlich ungestaltet und stumpfeckig und kantig. Bei der Angabe ihrer Größe hat sich das Entsetzen des armen Landwirthes Uebertreibungen schuldig gemacht, indem verschiedene Angaben an das Unglaubliche reichen. Mit Recht ist in Schüblers Meteorologie hierbei aufmerksam gemacht, daß man die Schwere sehr oft überschätzt. Wenn man demnach von sechzehn Loth schweren Hagelkörnern spricht, so müßten diese wahre Eisklumpen gewesen sein, da Tessier fand, daß ein Hagelkorn von der Größe eines Hühnereies nur 3½ Loth wog. Das innere Ansehen des Hagelkornes läßt auf einen ganz eigenthümlichen Bildungs-

*) Jedenfalls haben dieselben anderwärts andere Provinzialnamen. Der in Sachsen und den umliegenden Gebieten gebräuchliche Name Graupeln reicht wahrscheinlich so weit, wie die Benennung Graupen reicht, das in Süddeutschland Gersteln genannte, aus geschälten und abgerundeten Gerstenkörnern bestehende Gemüse. Offenbar hat die Aehnlichkeit mit diesen die Benennung Graupeln veranlaßt.

vorgang schließen, denn es zeigt ein concentrisch schaliges und meist auch zugleich ein vom Mittelpunkte aus strahliges Gefüge. Es hat daher auch nicht leicht eine andere wässerige Lufterscheinung so viele verschiedene Erklärungsversuche hervorgerufen, als die Hagelbildung. In neuester Zeit hat ein bei Hamburg sich entladendes Hagelwetter (am 20. Mai 1852) eine unbefangene Prüfung der älteren Hageltheorien hervorgerufen*), welchen dieselbe vorwirft, daß sie die Erklärungsgründe zu weit hergeholt und sogar zuweilen gegen die Naturgesetze verstoßen haben. Der Beobachter sagt: „so ist die vielbesprochene Hagelbildung zuletzt nur noch davon abhängig, daß in einer wassergasreichen Atmosphäre die Wassergasverdichtung durch einen Luftstrom veranlaßt wird, dessen Temperatur so niedrig ist, daß für das gebildete Wasser (zur Eisbildung) noch eine Temperatur unter Null übrig bleibt." Nach Nöllner ist die Elektricität nicht die Veranlassung, sondern eine die so plötzliche Wassergasverdichtung begleitende Erscheinung. Jedenfalls spielt die ungewöhnlich große Wärmeverschiedenheit zwischen zwei zusammenstoßenden Luftschichten, von denen die wärmere sehr reich an Wassergas oder Dampf ist, die Hauptrolle bei der Hagelbildung.

Ich setze hier eine Stelle der angeführten drei vortrefflich geschriebenen Artikel her, durch welche meine Leser zugleich einen gelegentlichen Nachweis von den aller Orten sich geltend machenden so einfachen Naturkräften erhalten:

„Die Chemie zeigt uns, daß überall da, wo der Aggregatzustand eines Körpers sich ändert, Wärme-, Licht- und Elektricitätserscheinungen auftreten; und von einer Reibung der Atome kann doch wohl nicht die Rede sein!

So zeigt uns ferner jeder Ausbruch eines feuerspeienden Berges, daß da, wo im Innern der Erde bei sehr hoher Temperatur Gase comprimirt und beim Entströmen aus dem Krater plötzlich ausgedehnt und durch die Berührung mit der kalten Atmosphäre ebenso plötzlich wieder verdichtet werden, daß in diesen Fällen dieselben Blitze und Donner wie bei einem Gewitter entstehen. Namentlich muß dies bei allen solchen Vulkanen der Fall sein, deren Krater bis weit über die Schneegrenze hinausragt. Ja jede unseren Locomotiven stoßweise entrollende Dampfwolke zeigt uns ohne große Versuche schon dadurch

*) Siehe „Die Natur" Jahrg. 1853. Nr. 39. 40. 45. Die Hagelbildung von Karl Nöllner.

die Erregung der Elektricität durch Verdampfung, daß alle Theile derselben wegen der großen Neigung zur Kugelformbildung sich zuerst gegenseitig anziehen, sogleich aber wieder abgestoßen werden und dadurch unter Bildung von unzähligen Zacken sich wieder auflösen. Auch diese Elektricitätserregungen werden bei sehr kalter, trockner Witterung, wodurch der Dampf der Lokomotive, ähnlich wie der Dampf eines über die Schneegrenze ragenden Vulkans, sich plötzlich verdichtet, am stärksten sein und dadurch zu den lang sich erhaltenden, kleinen Haufwolken ähnlichen Dampfwolken Veranlassung geben. Ebenso ist bei jeder im Zunehmen begriffenen Wolke die Kugelform, bei jeder sich auflösenden Wolke die Zackenform vorherrschend, indem in allen diesen Fällen in den so eben sich verdichtenden Theilchen die positive, in den bereits schon verdichteten oder verdampfenden die negative Elektricität mehr hervortritt, wodurch die einzelnen Theilchen sich bald abstoßen, bald anziehen und endlich wieder ins Gleichgewicht setzen, um dieselbe Erscheinung bald mehr oder weniger schnell von Neuem zu beginnen. So mag von der Größe der Weltkörper die Stärke ihrer Anziehungskraft, von der Stärke ihrer Anziehungskraft das Leuchten ihrer selbst oder ihrer Atmosphäre, von der ungleichen Erleuchtung und Erwärmung der Magnetismus, von dem Magnetismus die Rotation, von der Rotation die verschiedenen Luftströmungen und Luftwellen, von diesen eine unaufhörliche Bewegung der elektrischen Wellen abhängig sein, die zuletzt sicherlich wieder, ähnlich den Lichtwellen, mit den höheren Wellen des Lebens in der ganzen Natur in einem gewissen Accorde stehen mögen.

Wenn aber in dem leicht beweglichen Luftmeere unserer Atmosphäre durch die verschiedensten Ursachen, wie Tag und Nacht, Land und Meer, Berge und Thäler, heiße und kalte Zonen, sowie durch die verschiedenen Stellungen des Mondes zu unserer Erde eine unaufhörliche Ebbe und Fluth und die verschiedensten Strömungen gerade wie in dem großen Ocean entstehen, so können sich natürlich auch zwei Luftströmungen auf die verschiedenste Weise begegnen, die eine aus einer höheren Region stammend, mehrere Grade unter dem Gefrierpunkte des Wassers, die andere erwärmt und mit Wassergas erfüllt. Dann wird sich das Wassergas zuerst immer zu Bläschen (Nebel), dann zu Tropfen oder gar zu Eis verdichten.

Es ist aber eine bekannte Thatsache, daß Salzlösungen im luftverdünnten Raume bis weit unter ihren Krystallisationspunkt erkältet werden können,

ohne zu krystallisiren, daß sie aber durch Hinzutreten von Luft, durch Druck, Stoß u. s. w. augenblicklich zu einer festen Masse erstarren. Ebenso kann auch das Wasser unter starkem Drucke auf viele Grade über den Siedepunkt erhitzt werden, ohne zu kochen, und dann wieder im luftverdünnten Raume ebenso stark sich erkälten, ohne zu gefrieren. Selbst bei gewöhnlichem Luftdrucke kommt diese Erscheinung praktisch arbeitenden Chemikern im Winter öfter vor, daß Wasser während des Ausgießens aus einer Flasche plötzlich durch seine ganze Masse hindurch erstarrt. Ganz so werden auch die in höheren Regionen wie die in einem durch plötzliche Verdichtung großer Massen Wassergas zunächst der Erdoberfläche entstandenen luftverdünnten Raume sich bildenden Wassertröpfchen zuerst mit größter Leichtigkeit sich zu größeren Tropfen vereinigen, in einer dichteren Atmosphäre aber und mit beschleunigter Geschwindigkeit fallend, bald in kleinere Tröpfchen wieder zerschellen. Erstarrt nun ein solcher noch immer mehrere Grade unter dem Gefrierpunkte des Wassers zeigender Tropfen, so geschieht dies jedenfalls augenblicklich. Das erstarrte Eiskorn aber nimmt während des Falles noch eine Menge nicht erstarrter, aber ebenfalls unter den Gefrierpunkt erkälteter Tropfen in sich auf. Durch die bereits eingeleitete Krystallisation bildet sich jedesmal augenblicklich ein neuer Eis-Ueberzug über das zuerst erstarrte Eiskorn (Hagelkorn), und so entstehen verschiedene Schichten, welche an jedem Hagelkorne noch deutlich zu erkennen sind. Gelangt endlich das Hagelkorn in die untere wärmere Region, so wird sich auch dort noch Wasserdampf darauf niederschlagen und in Eis verwandeln, so lange noch seine Temperatur unter Null ist.

Auf diese Weise erklärt sich vollständig, warum in Tropengegenden Hagel von einer Größe fallen, wie sie in gemäßigten Zonen nie beobachtet werden, und ebenso, warum in nördlichen Gegenden die Hagelbildung ganz verschwindet. Am Aequator steigt die Schneegrenze und somit auch die erste Ursache zur Hagelbildung auf eine Höhe von 15,000′ über der Meeresfläche. Bei so geringem Luftdrucke, der Höhe des Falls und dem Wassergehalte der Atmosphäre findet das Hagelkorn natürlich die beste Gelegenheit zur größeren Ausbildung. Im Norden oder auf hohen Gebirgen wird man bisweilen nur dadurch noch an den Hagel erinnert, daß Wassertropfen aus der Luft fallen, die alle Gegenstände, welche sie treffen, augenblicklich mit einer glasigen Eismasse überziehen, wobei aber gewöhnlich auch schon kleine Eisstückchen in der

Luft plötzlich erstarrt mit niederfallen. Schnee und Hagel unterscheiden sich dennoch nur dadurch, daß ersterer durch eine langsam eingeleitete Krystallisation bei einer Temperatur des Gefrierpunktes, Hagel dagegen durch weit unter dem Gefrierpunkte erkältetes, aber plötzlich erstarrtes Wasser entstanden ist."

Ehe wir das Wasser des Luftmeeres verlassen, wo wir ihm auf seinen Wanderungen und Wandlungen nachgezogen sind, müssen wir noch zwei Bilder von ihm betrachten, das eine ein Bild des dämonischen Schreckens, das andere das symbolisch gewordene Bild des Friedens.

Das eine ist die Wasserhose oder Tombe und die nachstehenden Bilder geben eine Veranschaulichung von dieser seltenen Lufterscheinung. Fig. 10

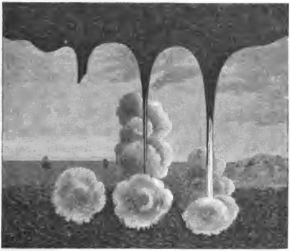
Fig. 10.

ist ein Bild von einem sehr eigenthümlichen Falle einer Wasserhose, welche am 4. Aug. 1854 bei Frankfurt a. M. beobachtet wurde*). Das Wesent-

*) Siehe „die Natur" Jahrg. 1855. Nr. 36.

liche an den Wasserhosen ist die dabei stattfindende spirale Wirbelbewegung der Luft, welche Alles, was in ihr Bereich kommt, also z. B. auch das Wasser des Meeres, eines Teiches oder See's, emporhebt und dabei bekanntlich oft eine so furchtbare Gewalt entwickelt, daß Bäume entwurzelt und Gebäude umgerissen werden. So wenig auch man zur Zeit noch sagen darf, daß man über die Entstehungsweise der Wasserhosen (welche von den Windhosen nur im Stoffe verschieden sind, da diese meist nur Staub, Sand, Laub emporwirbeln und dann im Kleinen meist blos Wirbelwinde genannt werden) vollkommen im Klaren sei, so spielen dennoch ohne Zweifel auch bei ihnen grelle Wärmeverschiedenheiten eine wichtige Rolle und in Folge davon gewitterähnliche Erscheinungen. Gewöhnlich sind die Wasserhosen abwärts bis zur Oberfläche des Gewässers gerichtet (siehe Fig. 11.) und es ist bei diesen kaum

Fig. 11.



zweifelhaft, obgleich nach den Beobachtungen nur sehr selten der Fall, daß das Wasser der letzteren die Wasserhose wenigstens zum Theil bildet. Das von den Wasserhosen auf das Verdeck der Schiffe fallende Wasser ist jedoch fast immer süß. Der in Fig. 10 dargestellte Fall ist dagegen blos durch atmosphärisches Wasser gebildet, wobei es übrigens nach der Beschreibung gar nicht einmal bis zur Bildung tropfbaren, wenigstens keines als Regen herab-

Digitized by Google

fallenden Wassers gekommen zu sein scheint. In den eigenthümlichen beiden Schwänzen jedoch, welche von den zwei einander gegenüberstehenden Wolken sich gegeneinander streckten und zuletzt mit einander verknüpften und an der wirbelnden Verbindungsstelle Wasserdampf aussprüheten, glaubte der Beobachter Wasser deutlich strömen zu sehen. Besonders eigenthümlich war es an dieser seltenen Erscheinung, daß in dem aus den zwei schwanzförmigen Anhängseln gebildeten Verbindungsstrange noch eine zweite Drehungsstelle entstand.

Der Regenbogen ist schon keine wässerige Lufterscheinung mehr, sondern eine an Regen oder Wasserstaub sich bildende Lichterscheinung. Das Wasser ist also blos der Darsteller dieses schönen Schauspieles, sei es in der Form von fallenden Regentropfen, sei es als aufsteigender Wasserstaub, zu kleinen Tröpfchen im kochenden Abgrunde des Wasserfalles zerpeitscht. Er möge uns jetzt als Schlußdekoration am wassererfüllten Luftmeere dienen, aus welchem unsere Gedanken nun zur Erde zurückkehren, um hier zunächst die klimabildende Macht des Wassers kennen zu lernen, wie wir es jetzt als einen nimmerruhenden, oft unsichtbaren, oft die Geistergestalt der Wolke annehmenden Wanderer erkannten, der die Erde mit Fruchtbarkeit segnet. Kein Tropfen läuft von dem Berggipfel ins Meer, der nicht schon einmal, schon tausendmal diese Wanderung gemacht hätte. Durch die Adern der Erde wie durch die haarfeinen Röhrchen des Pflanzenleibes wußte es dabei den Weg finden, um immer wieder an dieselben Punkte des großen Kreislaufes, des größten auf Erden, zu kommen, des Kreislaufes, dessen Spuren Blüthe und Leben sind.

Dritter Abschnitt.

Das Wasser als Regulator des Klima's.

Einleitendes. Das Klima der Vereinigten Staaten und sein Einfluß auf Lebensart und Sitte von E. Desor; Vertheilung des Wasserdampfes und der Kohlensäure durch den Kreislauf des Luftmeeres; Sinclairs Schilderung der Aequatorialdoldrums; Jahreszeiten-Verschiebung und Bedeutung des äquatorialen Wolkenringes; jährlich fallende Gesammtregenmenge; Verdunstungswasser des Landes; Gleichgewicht oder Verschiedenheit zwischen Verdunstung und Niederschlag; örtliche Abstammung der Niederschläge; Einfluß der Gebirge; Einfluß geologischer Katastrophen auf die Veränderung des Klima's; die Monsoons und Moussons; Betheiligung des Waldes bei der Klimabildung; Einfluß des Meeres auf das Klima; Meeresströmungen; der Golfstrom; Temperaturverhältnisse Nordwest-Europa's (Fig. 12.); See- und Continentalklima.

> Wie in jenen höheren Kreisen der Ideen und Gefühle, in dem Studium der Geschichte, der Philosophie und der Wohlredenheit, so ist auch in allen Theilen des Naturwissens der erste und erhabenste Zweck geistiger Thätigkeit ein innerer, nämlich das Auffinden von Naturgesetzen, die Ergründung ordnungsmäßiger Gliederung in den Gebilden, die Einsicht in den nothwendigen Zusammenhang aller Veränderungen im Weltall.
>
> Humboldt, Kosmos, I. S. 37.

Ueberblicken wir das im vorigen Abschnitte von dem Wasser Gesagte, so können wir es eine Atmosphäre in der Atmosphäre nennen. Das Wasser in der Luft verhält sich ganz selbstständig und unabhängig von ihr. Unter dem Einflusse der Wärmeabwechselung mischt es sich bald in größerer, bald in geringerer Menge, bald als unsichtbares Wassergas, bald als Bläschendampf mit ihr oder scheidet als Thau, Regen, Schnee oder Hagel wieder aus dem innigen und doch nicht festen Bündnisse. Bald wirken beide vereint, einen

gemeinsamen Druck auf die Erdoberfläche ausübend, oder das Wasser für sich auf hygroskopische Körper.

Als Bestandtheil des Luftmeeres gewinnt das Wasser seine große Bedeutung als bedingendes Element für das Klima eines Landstriches. Es ist als solches ein wichtiges Glied in der Kette, welche den Menschen an seinen Wohnplatz fesselt. Zergliedern wir uns diese Kette, so finden wir als einzelne Glieder die Wärme, das Wasser, die agronomische und Reliefbeschaffenheit des Bodens und das von diesen allen zusammen abhängige Vermittlungsglied — den Wald, der leider noch zu wenig allgemein in dieser seiner nicht hoch genug anzuschlagenden Bedeutung erkannt ist.

Wir Deutschen sind mit wenigen örtlichen Ausnahmen bisher so glücklich gewesen, über die Bedingungen unseres Klima's nicht zu unserem Schaden klug zu werden; denn da wir uns eines segensvollen Klima's zu erfreuen haben, so nehmen wir mit der gewöhnlichen Gedankenlosigkeit des glücklichen Besitzes ohne Prüfung hin, was uns beschieden.

Aber ich sagte, wir seien bisher so glücklich gewesen. Sollte uns wirklich eine Verkümmerung dieses Glückes drohen? In nächster Zukunft allerdings noch nicht, aber sie droht. Wir werden im Verlaufe dieses Abschnittes erfahren, wie das gemeint ist.

Um meine Leser und namentlich auch meine Leserinnen recht eindringlich auf den zusammengesetzten Naturvorgang hinzuweisen, dessen Ergebniß wir das Klima eines Landes nennen, so schalte ich zunächst ein Beispiel ein, welches uns, die wir beinahe jeder einen Angehörigen oder einen Freund unter dem „sternbesäeten Banner" sicher weilen haben, recht nahe liegt. Ich entlehne aus der „Natur"*) einige Stellen einer Schilderung über „das Klima der Vereinigten Staaten und seinen Einfluß auf Lebensart und Sitte" von E. Desor, dem berühmten Gletscherforscher und Geologen in Neufchatel in der Schweiz.

„Wenn ein deutscher oder schweizerischer Auswanderer in New-York landet, so findet er gewöhnlich das Klima dort gar nicht so arg von dem seines Vaterlandes verschieden. Nach und nach jedoch, wenn er sich bleibend einrichtet, fängt er an, Verschiedenheiten zu bemerken, die ihn manche seiner Gewohnheiten zu ändern und endlich, mag er wollen oder nicht, die ameri-

*) Dritter Jahrg. Nr. 3 u. 4.

kanische Lebensart anzunehmen zwingen, die anfangs der Gegenstand seiner bittersten Kritik war.

Diese Erfahrung, welche die meisten Europäer machen, erregt erst ihr Erstaunen, wenn sie darüber nachdenken. Sie wissen, daß die nördlichen Vereinigten Staaten beinahe unter derselben Breite wie das mittlere Europa liegen, und die Unterrichtetsten von ihnen erinnern sich überdies, in der Schule gehört zu haben, daß die Isothermen oder Zonen gleicher Temperatur in noch überraschenderer Weise zusammenstimmen. Sie haben ferner die Erfahrung gemacht, daß der Winter in der Gegend von New-York und Boston fast ebenso kalt ist, als in der Gegend von Frankfurt, Basel und Zürich, und der Sommer mindestens eben so warm. Dennoch gehen daraus so ganz verschiedene Wirkungen hervor, die ihnen durchaus unbegreiflich scheinen. Als daher vor einigen Jahren die Elite der deutschen Bevölkerung von Boston sich in einem Lyceum vereinigte, um nach Sitte der Amerikaner öffentliche Vorlesungen zu hören, war die erste, wenn nicht einzige physikalische Frage, über die belehrt zu werden man ein lebhaftes Verlangen bezeigte, die über das Klima. Wie kam es, daß sie alle genöthigt worden waren, nach einer gewissen Zeit ihre Gewohnheiten, ja selbst ihre Verfahrungsweisen in den verschiedenen Künsten und Handwerken zu ändern?

Die Erscheinungen, um die es sich hier handelt, sind zweierlei Art; die einen gehören dem gewöhnlichen Leben an und können von Jedermann beobachtet werden; die andern treten in der Ausübung gewisser Gewerbe hervor.

Zur ersten Art gehören folgende Erscheinungen:

1) Die deutschen Frauen sind ganz verwundert über die Leichtigkeit, mit welcher dort die Wäsche selbst im stärksten Winter trocknet, so daß das Waschen gewöhnlich nur halb so lange als in Europa dauert. Dies macht auch jene in den Vereinigten Staaten so verbreitete Sitte möglich, alle Wochen zu waschen.

2) Andrerseits sind dieselben Hausfrauen, besonders die auf dem Lande, trostlos über die Schnelligkeit, mit welcher das Brod austrocknet. Gewohnt, in ihrem Vaterlande Brodvorräthe für mehrere Wochen zu besorgen, verzweifeln sie, wenn sie sehen, wie ihr Brod, obwohl in derselben Weise bereitet, binnen wenigen Tagen hart und ungenießbar wird. Sie schieben die Schuld bald auf das Mehl, bald auf das Wasser, sind außer sich, klagen und

enden zuletzt damit, daß sie die Sitte der Amerikaner annehmen, alle Tage, oder wenigstens alle zwei Tage ihr Brod backen.

3) Dieser Uebelstand, der sich nicht wegleugnen läßt, wird gewissermaßen durch Vortheile ausgeglichen, die wir nicht besitzen. So ist Schimmel und Stockfäule in den Vereinigten Staaten viel weniger zu fürchten als bei uns. Selten leiden die Wintervorräthe darunter. Die Keller besonders, wenn nicht geradezu an feuchten und tiefen Orten angelegt, sind ausgezeichnet, so daß man darin jede Art von Eßwaaren, Obst und Gemüse viel länger und sicherer aufbewahrt, als bei uns.

4) Dieselbe Abwesenheit von Feuchtigkeit wird in noch auffälligerer Weise in den Zimmern beobachtet. Die Fenster schließen weniger gut als bei uns. So sind die Deutschen, die zu Hause gewohnt sind, ihre Fenster einen guten Theil des Winters hindurch mit Krystallisationen bedeckt zu sehen, und die schwerlich ein Weihnachtsfest ohne Eisblumen begrüßen, ganz verwirrt, das in Amerika nicht häufiger wiederzufinden; und doch ist es dort zur Weihnachtszeit ganz eben so kalt und selbst kälter als in Hamburg und München.

5) Neben diesen Beobachtungen, welche dem Kreise des gewöhnlichen Lebens angehören, giebt es andere, Gesundheitsverhältnisse betreffend, die Jedermann an sich selbst wahrnehmen kann. Ich will hier nur ein Beispiel erwähnen, den Einfluß, den der Aufenthalt in den Vereinigten Staaten auf das Haar ausübt, das nach einer gewissen Zeit beträchtlich an seiner Feuchtigkeit verliert. Daraus folgt hier ein größeres Bedürfniß an Pommade und Oel, mithin auch eine verhältnißmäßig viel beträchtlichere Zahl von Haarkünstlern. Viele junge Leute, die in der Schweiz oder Deutschland laut aufschreien würden bei dem Gedanken an Pommade oder Macassaröl, aus Furcht, verzärtelt zu erscheinen, nehmen allmälig ihre Zuflucht zum Haarkünstler, wenn sie sich einige Zeit in den Vereinigten Staaten aufgehalten haben.

Die Erfahrungen, welche in der Praxis verschiedener Künste und Gewerbe gemacht wurden, sind nicht weniger bezeichnend. Ich führe nur einige Beispiele an, die ich von einsichtsvollen und glaubwürdigen Leuten gesammelt habe.

1) Die Bauunternehmer kennen die Nothwendigkeit nicht, ihre Gebäude eine Zeit lang austrocknen zu lassen, ehe sie sie zum Bewohnen übergeben. Der Maurer ist kaum heraus, so zieht schon der Miether ein ohne Furcht, sich

einen Rheumatismus oder sonst ein Uebel zuzuziehen, das man bei uns so leicht in neuen Häusern davon trägt.

2) Die Stubenmaler können viel schneller als bei uns eine zweite Farben- oder Firnißlage auftragen, ohne daß die Güte der Arbeit dabei leidet.

3) Dagegen sind die Kunsttischler und besonders die Instrumentenmacher genöthigt, viel mehr Sorgfalt auf die Wahl des Holzes, das sie verarbeiten, zu verwenden. Holz, das in Europa für vollkommen trocken gehalten werden würde, kann in den Kunsttischler-Werkstätten von Boston und New-York nicht zugelassen werden, da es dort springen würde. Getäfelte Fußböden namentlich erfordern eine außerordentliche Sorgfalt; und man sieht sie daher nur sehr selten, selbst in den reichsten Häusern. Eben dieser Ursache muß man auch den großen Erfolg der amerikanischen Pianos zuschreiben, da die Wiener und Pariser Flügel, so untadelhaft sie auch für Europa sind, hier sehr schnell verderben.

4) Die Schreiner sind eben so gezwungen, einen viel stärkeren Leim zu gebrauchen als in Europa.

5) Dagegen haben die Lohgerber die Bemerkung gemacht, daß die Felle viel schneller als in Europa trocknen, und dieser Umstand gestattet ihnen in gleicher Zeit viel mehr vor sich zu bringen. Sie sind namentlich verwundert über die Schnelligkeit, mit welcher die Austrocknung im Winter vor sich geht.

6) Endlich kann ich eine Thatsache aus meiner eigenen Erfahrung als Naturforscher anführen. Es ist bekannt, welche Mühe wir in Europa haben, unsere Naturaliensammlungen vor Feuchtigkeit zu schützen; nur durch Kalk oder andere Absorptionsmittel, die wir in unseren Gallerien halten, gelingt es uns, sie vor dem Verschimmeln zu sichern, besonders in neuen Gebäuden. In Boston habe ich Sammlungen von Vögeln und Säugethieren in Zimmern aufgestellt gesehen, die der Gypser eben erst verlassen hatte, ohne daß man nur daran dachte, Absorptionsmittel darin aufzustellen. Als ich dies gegen den Inspector bemerkte und ihm meine Besorgniß für so viele kostbare Gegenstände, die zu verderben Gefahr liefen, bezeugte, antwortete er mir: „Sie vergessen, daß wir in Neu-England und nicht in Europa sind.

Alle diese verschiedenartigen Erscheinungen gehen aus einer einzigen Ursache hervor, die der Leser bereits errathen haben wird, der größeren

Trockenheit der Luft in den Vereinigten Staaten. Es könnte sogar überflüssig scheinen, so lange, als ich es bereits that, bei dieser Eigenthümlichkeit des amerikanischen Klima's zu verweilen, wenn nicht scheinbar dies Resultat geradezu im Widerspruche stände mit den gewöhnlichen Ansichten und Angaben, die wir über das Klima dieses Landes besitzen. „Ihr behauptet," so hat man uns oft eingeworfen, „daß das Klima der Vereinigten Staaten trockner sei, als das Europa's, und doch wissen wir, daß es dort nicht weniger und nicht seltner regnet, als bei uns."

In der That, die Wassermenge, die in den Vereinigten Staaten in der Gestalt von Regen oder Schnee fällt, ist nicht nur nicht geringer, sondern gleich, wo nicht selbst größer als die in Europa. So fällt nach den neuesten Angaben, die wir besitzen, in Boston jährlich eine Regenmenge von 38 Zoll, in Philadelphia von 45, in Saint Louis von 32 Zoll; während in Europa die jährliche Regenmenge für England durchschnittlich 32, für Frankreich 25, für Mitteldeutschland 20, für Ungarn nur 17 Zoll beträgt.

Die Zahl der Regentage ist in den Vereinigten Staaten gleichfalls nicht geringer als in Europa, ausgenommen etwa die brittischen Inseln und Norwegen; im Gegentheile scheint sie beträchtlicher zu sein als im östlichen Europa. Es bedarf darum allerdings einer Erklärung, daß der Widerspruch, der sich auf solche Angaben gründet, doch nur ein scheinbarer; daß ungeachtet dieser beträchtlicheren Wassermenge das Klima im Ganzen in den Vereinigten Staaten dennoch trockner sein kann als in Europa. Die Ursache ist eine sehr einfache: Bei schönem Wetter ist die Atmosphäre dort weniger mit Feuchtigkeit beladen, als bei uns. Die Luft hält sich nicht wie in England und im westlichen Europa in einem der Sättigung nahe kommenden Zustande, sondern mit dem Augenblicke, wo es aufhört zu regnen, und wo der Windwechsel heiteres Wetter zurückbringt, fällt auch das Hygrometer und hält sich der Thaupunkt merklich unter der Temperatur der umgebenden Luft. In dieser Beziehung besteht einige Aehnlichkeit zwischen dem Klima der Vereinigten Staaten und dem der Alpen. Unsere Berge haben Resultate geliefert, die anscheinend nicht weniger widerspruchsvoll sind. Man hat, gestützt auf die Thatsache, daß es hier viel häufiger regnet, als in der Ebene, den etwas voreiligen Schluß gezogen, daß die Luft hier weniger trocken sei. So sehen wir in alten wie in neuen meteorologischen Werken das Klima der Alpen

unter den feuchten Klimaten aufgeführt, während die Luft hier in Wirklichkeit viel trockner ist, wie sich Jeder leicht an schönen Tagen überzeugen kann. Der Umstand, daß man in Gebirgen viel weniger ermüdet, als in der Ebene, rührt zum großen Theile davon her.

Die Ursache dieser größeren Trockenheit des amerikanischen Klima's ist leicht zu errathen. In Amerika wie in Europa sind die herrschenden Winde die Westwinde. An den Küsten Europa's kommen diese Winde beladen mit der Feuchtigkeit an, mit der sie sich über dem Ocean gesättigt haben; daher führen sie gewöhnlich Regen mit sich. In den Vereinigten Staaten ist das Umgekehrte der Fall. Die Westwinde gelangen zur atlantischen Küste erst, nachdem sie über einen ganzen Continent hingefegt und auf diesem Wege einen großen Theil ihrer Feuchtigkeit verloren haben. So sind sie nur äußerst selten von Regen begleitet. Sie spielen dieselbe Rolle wie bei uns die Ostwinde, die nur dadurch, daß sie über den Continent zu uns kommen, trocken und nach Feuchtigkeit begierig sind. Wir wissen ja Alle, wie viel leichter unsere Straßen und Felder unter dem Einflusse des Ostwindes, als unter dem des Westwindes austrocknen. In Amerika ist natürlich der bei uns so trockne und kalte Ost- und Nordostwind ohne Ausnahme von Regen begleitet. Wer in New-York oder in Neu-England gewesen ist, kennt nur zu gut das Toben der im Frühjahre so häufigen Nordoststürme.

Es fragt sich nun, wie weit der Einfluß reicht, welchen so verschiedenartige atmosphärische Verhältnisse auf die Bedingungen des thierischen und pflanzlichen Lebens ausüben können. Schon Buffon hat bei einer Vergleichung der Thiere und Pflanzen der neuen Welt mit denen der alten auf einen doppelten Gegensatz hingewiesen. Er machte darauf aufmerksam, daß die Thierarten des amerikanischen Continents im Allgemeinen von geringerer Größe seien, als ihre Gattungsgenossen auf dem alten, — man vergleiche nur den Löwen mit der Unze, das Rhinoceros mit dem Tapir, das Kameel mit dem Lama; — während fast das Umgekehrte in Betreff der Pflanzen der Fall ist. Er schloß daraus, daß der neue Continent vorzugsweise der des Pflanzenreichs sei, während der alte das Thierreich begünstige.

Die Geschichte der Vereinigten Staaten ist nicht alt genug, um uns sichere Belege für die Veränderungen zu gewähren, welche die verschiedenen, von Europa aus eingeführten Thierracen dort unter dem Einflusse des Klima's

erlitten haben können. Der Mensch selbst gewährt uns hier die lehrreichsten Thatsachen.

Fast 230 Jahre sind verflossen, seit die ersten Kolonisten sich auf den Küsten Neu-Englands niederließen. Es waren, wie man sagt, Dissidenten, welche um der Religion willen das Vaterland verließen, weil sie eines höheren Grades religiöser Freiheit bedurften, als die anglikanische Kirche ihnen zuzugestehen geneigt war. Es waren jedenfalls ächte Engländer mit allen physischen und moralischen Zügen der englischen Race. Heute, nach kaum zwei Jahrhunderten ist der Bewohner der Vereinigten Staaten nicht mehr ein bloßer Engländer. Er besitzt Eigenthümlichkeiten, die eben so unverkennbar sind, als es nicht leicht Jemandem einfallen möchte, die englische Physiognomie mit der deutschen zu verwechseln. Kurz, es hat sich ein Yankee- oder amerikanischer Typus entwickelt. Da nun aber dieser Typus nicht das Resultat einer Racenkreuzung sein kann, weil er ja am ausgeprägtesten in den östlichen Staaten auftritt, gerade da, wo die Race am wenigsten gemischt ist, so muß er wohl die Folge äußerer Einflüsse sein, unter denen wir den ersten Rang dem Klima einräumen dürfen.

Einer der physiologischen Züge des Amerikaners ist sein Mangel an Beleibtheit. Man durchstreife die Straßen von New-York, Boston, Philadelphia, und unter 100 Individuen wird man kaum Einem begegnen, der wohlbeleibt wäre, und diesen Einen wird man überdies noch in den meisten Fällen als einen Fremden oder fremder Herkunft erkennen.

Was uns besonders bei den Amerikanern auffällt, das ist die Länge des Halses; wohl gemerkt, nicht etwa, daß sie wirklich einen längeren Hals hätten als wir, sondern er erscheint nur so, weil er dünner ist. Ihrerseits erkennen die Amerikaner den Europäer leicht an den entgegengesetzten Kennzeichen. Es ist mir mehr als einmal wiederfahren, daß, wenn ich mich mit Freunden über die Nationalität von Personen unterhielt, denen wir auf der öffentlichen Promenade begegneten, ich noch Zweifel über ihre Herkunft hegte, während die Amerikaner gewöhnlich ohne Zögern erklärten: „So sehen Sie doch nur ihren Hals; nie hat ein Amerikaner einen ähnlichen gehabt!“

Dieselbe Bemerkung gilt auch und in noch höherem Grade für das schöne Geschlecht; und was uns vielleicht verwundern mag, weit entfernt, sich darüber zu beklagen, giebt man sich sogar das Ansehen, als sei man stolz darauf.

Daher rührt jener zarte und ätherische Ausdruck, den man so sehr von den Amerikanerinnen preist. Wenn ich aber auch gern anerkenne, daß etwas Anziehendes in diesem Typus liegen kann, den die Dichter mit Recht oder mit Unrecht engelhaft nennen, so glaube ich mich doch nicht zu irren, wenn ich denke, daß unsere Europäerinnen, obgleich sie ein wenig derber oder fetter sein mögen, doch nicht weniger Ansprüche auf unsere Bewunderung haben.

Der eben bezeichnete Unterschied zwischen Amerikanern und Europäern ist nicht allein die Folge einer geringeren Entwickelung des Muskelsystems, er hängt eben so sehr, wenn nicht noch mehr, mit einer Schwächung des Drüsensystems zusammen, und in dieser Hinsicht verdient er eine ernste Aufmerksamkeit von Seiten des Physiologen, da er geradezu die Zukunft der amerikanischen Race in Frage stellt. Einsichtsvolle Leute haben das geahnt. Sie haben begriffen, daß es eine Grenze haben müsse mit dieser übermäßigen Zartheit der Formen, und sind deshalb trotz ihrer angebornen Abneigung gegen die Irländer, die den stärksten Contingent bei der Auswanderung stellen, weit entfernt, sich der Einwanderung dieser Race zu widersetzen, die durch die Fülle ihrer Formen und den Reichthum ihres Drüsensystems ganz gemacht zu sein scheint, um den Einflüssen des amerikanischen Klima's mit Erfolg widerstehen zu können. Man hat in der That schon mehr als ein Mal die Bemerkung gemacht, daß die schönsten Frauen solche sind, die von Eltern geboren wurden, die erst aus Europa gekommen waren.

Uebrigens erstreckt sich dieser Einfluß des Klima's nicht allein auf die Generationen, er macht sich in vielen Fällen selbst an den Individuen bemerkbar, wenn sie den einen Continent mit dem andern vertauschen. So giebt es wenig Europäer, die in den Vereinigten Staaten dick werden, während Amerikaner, die sich einige Zeit in Europa aufhalten, gewöhnlich ein merkwürdig gesundes und glückliches Aussehen bekommen. Ebenso ist es auch bisweilen mit Europäern, die nach einem längeren Aufenthalte in den Vereinigten Staaten nach Europa zurückkehren. Der Verf. dieser Zeilen könnte den besten Beleg dafür abgeben.

Wenn es bewiesen ist, daß die größere Trockenheit der Luft unter sonst ganz ähnlichen Breiten so merkwürdige Verschiedenheiten veranlassen kann, warum sollte man ihr dann einen theilweisen Einfluß auf anderen verwickelteren, aber nicht weniger von äußeren Umständen abhängigen Gebieten

streitig machen? Darum schließlich noch Einiges über die Unterschiede, die man vom moralischen und ästhetischen Gesichtspunkte zwischen Amerikanern und Europäern beobachtet hat!

Es giebt nicht einen Europäer, der, wenn er in New-York oder Boston oder Baltimore landete, nicht überrascht worden wäre von der fieberhaften Geschäftigkeit, die dort nach allen Seiten hin herrscht. Jedermann ist in Eile; die Personen auf den Kais und Trottoirs laufen mehr, als sie gehen. Wenn zwei Freunde einander auf der Straße begegnen, drücken sie sich nur die Hand; sie haben gewöhnlich nicht Zeit zum Plaudern. Man kann zwar etwas Aehnliches auch in den Häfen und großen Städten Englands sehen. Aber die Geschäftigkeit der Engländer scheint mir überlegter; die der Yankees ist instinktartiger, mehr Sache der Gewohnheit und natürlicher Ungeduld, als der Nothwendigkeit. Daher kommt es, daß sie sich häufig bei Gelegenheiten verräth, wo sie durchaus am unrechten Orte ist. Man hat den Amerikanern mit Recht vorgeworfen, daß sie sich nicht die Zeit zum Essen nähmen. Bei manchen Geschäftsleuten ließe sich das zwar begreifen, wenn man nicht wüßte, daß es eine ganz allgemeine, gleichsam endemisch gewordene Unsitte ist. Das ist so wahr, daß die Passagiere an Bord der Schiffe, die durchaus gar nichts zu thun haben, darum nicht weniger eilen, die Tafel zu verlassen. Nur mit Mühe ist es an Badeörtern gelungen, diese Ungeduld ein wenig zu zügeln, aber man hat auch zu dem mächtigsten Hebel seine Zuflucht nehmen müssen, man hat merken lassen müssen, daß diese eilfertige Hast ein Verstoß gegen den guten Ton sei.

Eine so allgemeine Unruhe muß nothwendig ihre Quelle in irgend einer allgemeinen Ursache haben. Obwohl wir noch keinen bestimmten Nachweis über die Art des Einflusses besitzen, den ein Mehr oder Weniger von Luftfeuchtigkeit auf das Nervensystem ausübt, so glauben wir uns doch nicht zu täuschen, wenn wir diese größere nervöse Reizbarkeit der Bewohner der Vereinigten Staaten der Trockenheit des amerikanischen Klima's zuschreiben. Könnte man nicht zur Unterstützung dieser Meinung die zwar nicht so nachhaltige, aber eben so constante Wirkung anziehen, welche der Nordwind bei uns hervorbringt? Der Nordwind*) entspricht, wie oben bemerkt, in seinen

*) Anmerk. d. Red. Der Verf. lebt in Neufchatel in der Schweiz, wo der Nordwind ziemlich dieselbe Rolle wie der Ostwind im nördlichen Deutschland spielt.

Wirkungen dem Nordwestwinde in Amerika, er ist der continentale Wind, und wir alle haben seine austrocknende Eigenschaft erfahren können. Aber darauf beschränkt sich, wie der Leser wissen wird, die Wirkung des Nordwindes nicht; sein Einfluß ist allgemeinerer Art. Die Bewohner des Jura wissen nur zu gut, daß er auch auf die Nerven und selbst auf unsere Gemüthsstimmung, ja in solchem Grade einwirkt, daß, wenn der Nordwind eine Zeit lang weht, man eine gewisse innere Unruhe, eine Aufregung empfindet, die manchmal selbst in üble Laune ausartet; und es ist vielleicht nicht ohne Grund, was in manchen Gegenden das Sprichwort behauptet, daß der Nordwind böse Frauen bringe. So sind wir in solcher Zeit auch weniger zu Genüssen aufgelegt und haben ein geringeres Bedürfniß nach Reizmitteln, und ich habe daher einen feinen Beobachter die Bemerkung machen hören, daß man niemals während des Nordwindes seine Freunde zu Tische laden müsse.

Wenn nun aber der trockne Wind schon bei uns, wo er doch nur ausnahmsweise weht, so augenfällige Wirkungen ausübt, so wird man begreifen, daß sein Einfluß noch viel größer in einem Lande sein muß, wo er der herrschende Wind ist, wie es längs der atlantischen Küste der Vereinigten Staaten der Fall ist. Sollten wir uns täuschen, wenn wir zugeben, daß man diesem Umstande auch die viel verderblichere Wirkung gegohrener Getränke in den Vereinigten Staaten zuschreiben muß? Es ist eine wohl anerkannte Thatsache, daß die Europäer, namentlich die Engländer, welche zu Hause gewohnt sind, Weine und starke Liqueure zu trinken, ohne davon belästigt zu werden, sich genöthigt sehen, wo nicht darauf zu verzichten, doch wenigstens sich bedeutend zu mäßigen, sobald sie nach den Vereinigten Staaten auswandern. Dieser Erfahrung ist es zu verdanken, daß die Mäßigkeitsvereine einen so vorwiegenden Einfluß auf die Gesetzgebung mehrerer Staaten haben ausüben und Maßregeln veranlassen konnen, die, bei uns eingeführt, wohl manche unserer entschiedensten Conservativen in Revolutionärs umwandeln möchten.

Trotz ihrer anscheinenden Kälte sind die Amerikaner von Natur viel reizbarer als die Europäer. Ihre Empfindlichkeit ist sprichwörtlich. Kann man aber darum sagen, daß sie schlechter und unleidlicher wären als wir? Der Theorie nach sollten sie es sein, und sie wären es auch vielleicht, wenn sie sich nicht frühzeitig vor den Unannehmlichkeiten dieser größeren nervösen Reizbar-

keit dadurch gewahrt hätten, daß sie sich bemühen, mit weit mehr Sorgfalt als wir, jede Bewegung der Ungeduld zu unterdrücken. Wer in den Vereinigten Staaten gelebt hat, weiß, wie sorgfältig man von früh auf den Kindern die Kunst der Selbstbeherrschung beibringt. So kommt es, daß das reizbarste Volk der Erde sich zugleich als das bestdisciplinirte erweist. Die Freiheit namentlich ist in so hohem Grade dort nur möglich, weil Jeder sich frühzeitig gewöhnt hat, seine Aufwallungen zu bemeistern. Um sich auf dieser Bahn zu erhalten, bedarf der Amerikaner keiner Polizei; vergißt er sich zufällig einmal, so ist die öffentliche Meinung da, um ihn augenblicklich in die Grenzen des Anstandes zurückzuweisen. Daher gehört es zum allerschlechtesten Geschmack für einen Menschen, der auf den Namen eines Gentleman Anspruch macht, wenn er sich zum Zorne oder gar zu Gewaltthaten hinreißen läßt. Darum können die Amerikaner auch nicht genug wiederholen, was leider nur zu wahr ist, daß, wenn sich zwei Leute auf der Straße schlagen, man im Voraus gewiß sein kann, daß es Irländer oder Deutsche sind.

Behüte indeß der Himmel, aus alle dem etwa schließen zu wollen, die Kraft, das Glück und die Freiheit eines Landes seien nur die Folge seines Klima's! Das Beispiel Englands mit seinem, dem Amerika's so ganz entgegengesetzten Klima würde hinreichen, uns zu widerlegen. Aber wir glauben andererseits und könnten es durch das Beispiel der Vereinigten Staaten beweisen, daß die Größe einer Nation nicht so ausschließlich von ihren Institutionen abhängt, wie man oft denkt. Das Klima der Vereinigten Staaten forderte zu gewissen Grundsätzen der Erziehung heraus und hat vielleicht gerade dadurch die außerordentliche Entwickelung des amerikanischen Volkes erleichtert, unter Umständen, die sonst für sein Glück und namentlich für seine Freiheit hätten verderblich werden können."

Man darf bei solchen Schilderungen des klimatischen Einflusses nicht an Zschokke's „kleine Ursachen — große Wirkungen" denken. Die Ursachen sind riesengroß; Beides, sie und die Wirkungen, entgehen nur oft unserer Achtsamkeit, weil wir es unterlassen, über die tausenderlei vielgestaltigen Besonderheiten unseres Lebens hinweg auf das Allgemeine zu blicken. Und doch hilft es unsere Stellung im Leben klären, hinter die Coulissen und in den Mechanismus der großen Schaubühne zu blicken, auf der wir sonst blos Statistenrollen spielen würden.

Die schon einmal erwähnte „physische Geographie des Meeres" von Maury weist bestimmter, als es bisher geschehen war, einen von der Wärme und vielleicht auch von dem Erdmagnetismus an feste Regeln gebundenen Kreislauf des Luftmeeres nach, durch welche der Gehalt desselben an Wasserdampf in gewissen Bahnen über den Erdkreis geführt wird. Von der Regelmäßigkeit dieses Kreislaufes ist das uns bereits bekannt gewordene feste Maaß der atmosphärischen Niederschläge für eine gewisse Fläche wenigstens im Großen abhängig. Wir lernten bereits hinsichtlich des Sauerstoffes und des Kohlensäuregehaltes das Gegenseitigkeitsverhältniß der Thier- und Pflanzenwelt kennen (S. 36) und jetzt muß es uns auffallen, daß in unserer gemäßigten nördlichen Zone den Winter über dieses Gleichgewicht dadurch gestört wird, daß die die Kohlensäure aufzehrende Pflanzenwelt hiermit feiert und doch gerade durch die Winterheizung eine sehr gesteigerte Kohlensäureerzeugung statt findet. Es müßte also während des Winters die schwere Kohlensäure sich in den unteren Luftschichten zum Nachtheile der Thiere und Menschen anhäufen. Die ununterbrochene Bewegung des Luftmeeres verhütet das und (worauf Liebig in seinen chemischen Briefen vielleicht ein zu großes Gewicht legt, da nach Humboldt's eudiometrischen Beobachtungen der Gehalt der Luft an Sauerstoff ein unveränderlicher ist) bringt zugleich von den dann in üppiger Pflanzenfülle prangenden Tropenländern Sauerstoff in unsere Breiten.

Der Aequator, der den Namen des Gleichers nicht nur als Theiler der Erdkugel in zwei gleiche polare Hälften rechtfertigt, ist ein solcher auch, indem er, wie wir dies an Fig. 4 (S. 48) gesehen haben, diesen Kreislauf des Luftmeeres in zwei gleiche Hälften theilt. Ueber dem Aequator, wo wir die großartigste Verdunstungsstätte fanden, ruht ein die ganze Erde, so weit sie hier vom Meere bedeckt ist, umgebender ewiger und unveränderlicher Wolkenring, fortwährend gespeist von der unermeßlichen Menge des von den glühenden Sonnenstrahlen in Dampf aufgelösten Meerwassers. Unter demselben liegt der Gürtel der Aequatorial-Doldrums oder Calmen, welcher bei allen Seefahrern im übelsten Rufe steht. Maury theilt folgende Stelle aus dem 1817—1818 geführten Schiffstagebuche des amerikanischen Commodore Arthur Sinclair mit:

„Dies ist sicherlich eine der unangenehmsten Gegenden auf unserem Erdballe. Eine dicke schwüle Atmosphäre lastet auf dem Ocean und kühlt sich

nur auf wenige Stunden nach einem Gewitter, während welcher Ströme von Regen fallen, etwas ab; aber eine glühend heiße Sonne erhitzt die Luft bald wieder, die fast unerträglich sein würde, wenn das Sonnendeck und das fortwährende Wallen der Segel nicht einige Kühlung brächte. Wer diese Region nicht durchkreuzt hat, kann sich von ihren höchst lästigen Einwirkungen auf den menschlichen Organismus gar keine Idee machen. Man fühlt eine ganz unwiderstehliche Mattigkeit, welche selbst durch Seebäder, welche sich doch sonst immer so heilsam und erfrischend erweisen, nicht überwunden wird. Ich habe — die Stunden wirklicher Gefahr des Schiffbruches abgerechnet — nie zwölf unangenehmere Tage während meiner im Dienste verlebten Zeit zugebracht, als in diesen Breiten der Windstille."

„Ich passirte die Linie am 17. Januar um 8 Uhr Morgens, unter 21° 20′ westl. Länge und hatte bald alle die übeln Folgen jener Periode überwunden; eine immer frischer wehende Seebrise kühlte uns ab, zog sich nach Südost herum und brachte einen klaren Himmel und eine himmlische Temperatur, die uns über alle Beschreibung stärkte und erfrischte. Man sah nichts als fröhliche Gesichter, die wie durch einen Zauberschlag an die Stelle jener schläfrigen Trägheit traten, welche uns alle während der letzten beiden Wochen niedergedrückt hatte."

Diese Schilderung eines so unwiderstehlich mächtigen Einflusses der mit Wasserdampf gesättigten Luft ist nicht aus der Feder eines unter einem gemäßigten Himmel gegen jeden ungewohnten Temperaturwechsel ungebehrdig gewordenen Festländers geflossen, sondern ein abgehärteter Seemann ist es, der ihn uns als unerträglich schildert.

Der Seemann überhaupt ist es, der von dem bewunderswürdigen Mechanismus, als welcher das Luftmeer die Witterungsverschiedenheit der Erde hervorbringt, das Meiste kennen lernt, mehr als wir Binnenlandsbewohner uns träumen lassen. Wir sehen nur die Sendbotinnen, die segenträufelnden Wolken und deren flüchtiges Gespann, die Luftströmungen, welches wir für zügellos nach allen Richtungen hin fliegende Rosse zu halten geneigt sind. Wohl hat Maury Recht, wenn er sagt, daß von allen Theilen der großen physischen Weltordnung ihm das Luftmeer mit seinen manchfachen Verrichtungen und ihrer Stellung zum gesammten Erdorganismus als der wunderbarste und erhabenste erscheint.

Je nach dem Jahreszeiten-Stande der Sonne verschiebt sich dieser Wolkenring allmälig zwischen den zwei äußersten Rändern eines 20° breiten Gürtels, nämlich vom 5° südl. bis zum 15° nördl. Breite und schafft so bald südlich bald nördlich vom Aequator die tropischen Regen weiter. Er ist aber auch zugleich das hauptsächlichste Triebrad in der klimatischen Maschine, welche das Luftmeer für die ganze Erde ist. „Fragen wir uns", sagt Maury, sich einer ganz passenden Vergleichung bedienend, „welche Dienste der die Erde umschließende Wolkenring im Systeme des oceanischen Lebens zu verrichten habe, so möchten wir sagen: er ist linke Herzkammer und Ohr des atmosphärischen Herzens, wo die Wärme und die Kräfte, welche dem Systeme Lebensfähigkeit und Macht verleihen, zu spielen beginnen, wo die dynamische Stärke gesammelt und der Luft der Impuls gegeben wird, daß sie durch ihre langen und vielfach gekrümmten Circulationskanäle zu strömen vermöge."

Die Wasserdämpfe, welche diesen ständigen Wolkenring bilden, kommen theils beiderseits aus den Passatregionen, größerentheils aber von dem unter ihm liegenden Meeresgürtel; sie steigen unter dem Ringe empor, indem sie sich ausdehnen. In den höheren Regionen werden sie nun theils nord- und südwärts abgeführt, theils fallen sie auf dem Calmengürtel als Regen nieder.

Wir erinnern uns daran, daß alljährlich zwischen den Wendekreisen eine Schicht Meerwasser von 16 Fuß Dicke abdampft, und zwar wesentlich von dem zu einem großen Ganzen verbundenen, die Hälfte der Erdoberfläche ausmachenden stillen und indischen Ocean. Nach Alexander Keith Johnston fallen jährlich etwa 1910 geogr. Würfelmeilen Regenwasser nieder. Drei Viertel des dazu nöthigen Wasserdampfes stammt aus dem Becken des stillen und indischen Oceans. Stellen wir uns recht lebhaft diese enorme Regenmenge vor und vergessen wir nicht, daß die Aufhebung derselben in die Luft in ununterbrochener Folge als unsichtbarer Dampf stattfindet, in welcher Form jene 1910 Würfelmeilen Regenwasser einen 1700mal größeren Raum einnahmen — so können wir begreifen, daß durch diesen großartigen Vorgang nicht nur im Luftmeere, sondern auch im Ocean eine Menge von Strömungen hervorgerufen werden müssen, welchen letzteren wir in demjenigen Abschnitte, welcher dem Meere ausschließend gewidmet werden soll, unsere Aufmerksamkeit zuwenden wollen.

Neben diesem Verdunstungswasser des Meeres ist das des Festlandes

gering. In einigen Theilen der Erde stehen Verdunstung und Niederschlag im Gleichgewichte. Dahin gehört z. B. die Landstrecke, wo der Caspi-See liegt. Die Unveränderlichkeit seines Wasserspiegels zeigt, daß er das verdunstende Wasser immer zurück erhält, und aus dem Umstande, daß aus diesem Landstriche kein Fluß nach dem Meere abfließt, erhellt, daß er keinen Ueberschuß an Niederschlag hat. Dagegen übersteigt im Flußgebiete der großen Ströme der Niederschlag die Verdunstung, denn eben alles in das Meer strömende Flußwasser ist als ein Ueberschuß der Niederschläge über die Verdunstung zu betrachten, der von dem zugeführten Verdunstungswasser des Meeres herrührt. Die große Wüste Sahara diene als Beispiel eines Gebietes, wo beides, Niederschlag und Verdunstung und mit beiden der Pflanzenwuchs und die Thierwelt fehlt.

Mit der zunehmenden Kenntniß von den festen Bahnen der Luftströmungen mußte auch die Kunde zunehmen von der Herkunft der atmosphärischen Niederschläge, so daß wir jetzt in sehr vielen Fällen mit wissenschaftlicher Wahrscheinlichkeit wissen, woher uns der Regen kommt; oft aus fernen Zonen als unsichtbarer Wasserdampf oder als weit und breit den Himmel bedeckende Wolkenschaaren zu uns getragen. Dem großen Ganzen nach stammt der Regen der nördlichen gemäßigten und kalten Breiten wahrscheinlich aus der südlichen Passatregion. Die durch Fig. 4 (S. 48) dargestellte Theorie Maury's von dem Cirkulationssysteme der Luftströmungen, welche sein scharfsinniger Urheber feiner ausgeführt hat, findet eine Bestätigung in vielen einzelnen Oertlichkeitsverhältnissen.

Bei dem uns bekannten Einflusse der Wärmegrade auf die Verdichtung des in dem Luftmeere vorhandenen Wasserdampfes gewinnen die hohen langen Bergketten einen bedeutenden Einfluß auf die Klimate der Länder, den sie zuweilen bis auf weite Entfernungen hin geltend machen. Wir haben in dieser Hinsicht den Einfluß der südamerikanischen Anden schon kennen gelernt. Die mit Wasserdampf gesättigt vom Meere herkommenden Südostpassate geben ihren letzten Rest von Feuchtigkeit, an der Ostseite der eisigen Andenspitzen erkältet, eben hier vollends ab, nachdem sie unterwegs, auf den nach Osten sanft abgedachten Ebenen, größtentheils dieselbe schon verloren haben. Westlich der Anden stürzt der erkaltete und ausgetrocknete Luftstrom abwärts über das regenlose Gebiet von Peru und Chile, wo nur in den Rinnen der

von den Anden herabkommenden kleinen Flüsse eine reiche Vegetation sich entwickeln kann. An diese Thatsache knüpft der schon so oft genannte gelehrte Amerikaner eine Hinweisung, welche einiges Licht in ein Gebiet wirft, bis wohin man die Wirksamkeit seiner Strahlen nicht vermuthen sollte. Die Anden zeigen in dem Gestein ihrer Gipfel die Versteinerungen von Seethieren, woraus man mit Sicherheit schliessen kann, daß sie einst noch nicht als himmelhohe Kuppe aufragten, sondern als Meeresboden verborgen lagen. Mit dieser unbestreitbar richtigen Annahme hängt auch die weitere zusammen, daß vor der Existenz dieser mächtigen Bergkette alle hinter ihr liegenden Länder (nach der Windrichtung beurtheilt) ein fruchtbareres Klima haben mußten. Höchst wahrscheinlich liegt hier der Schlüssel für das Räthsel, welches uns Versteinerungen, die auf ein heißes Klima ihres Lebens deuten, in den Gesteinen jetzt gemäßigter oder gar kalter Zonen aufgeben. Es genügte das Emporsteigen einer Gebirgskette vor der herrschenden Feuchtigkeit und Wärme zuführenden Windrichtung, um mit der Veränderung des Klima's eine Veränderung der Pflanzen- und Thierwelt herbeizuführen. Ein solcher Fall liegt an einem Theile des Nordrandes von Böhmen im Elnbogener Kreise vor, wo die Pflanzenreste eines ausgedehnten Braunkohlenbeckens entschieden auf ein heißes Klima hinweisen.

Neben diesem Zusammenhange im Großen zwischen den entferntesten Gebietstheilen unserer Erde in Hinsicht auf Klimabildung, hat man auch verhältnißmäßig geringfügige Veränderungen und Störungen im Walten des Luftmeeres mit klimatischen Erscheinungen in ursachliche Verknüpfung zu bringen versucht, welche hunderte von Meilen davon eintreten. Heftige vulkanische Ausbrüche in den Tropen verstärken die Strömung des oberen Passates und man hat mehrmals ungewöhnlich große Regengüsse in Frankreich und Deutschland mit tropischen Orkanen und Vulkanausbrüchen in Verbindung bringen zu müssen geglaubt.

Neben den Passatwinden, den Hauptbewegern des atmosphärischen Wassers, ist auch den Monsoons oder Moussons in der Bestimmung der Klimate eine Betheiligung zuzuschreiben. Sie wehen besonders in der Nähe des Aequators dicht neben dem Gürtel der Aequatorial-Calmen im indischen und atlantischen Ocean und in den großen Einbuchtungen beiderseits von Centralamerika. Wie man sie auf den Windkarten auffallend an Festländer

und große Inseln gekettet findet, so liegt auch die sie hervorbringende Gewalt auf dem Gebiete des Festlandes. Große Ländermassen, welche dem Polarrande der Passatregionen nahe und unter einer heißen Sonne liegen, zwingen die Passatwinde nahezu zur Umkehr, indem diese in die Räume stürzen, aus denen über den Ländermassen die durch die Hitze verdünnte Luft fortwährend emporsteigt. In ähnlicher Weise wirken die erhitzten arabischen Wüsten auf die Windrichtung, so daß man ihren Einfluß deutlich bis Oesterreich verfolgen kann. Von dieser umkehrenden Einwirkung erhitzter Ländermassen ist der Südost-Passat frei, und im Gegentheile muß die Anziehungskraft der diesseit des Aequators größeren Ländermasse eine Beschleunigung des Südpassat-Stromes bewerkstelligen, wodurch es wiederum erklärlich wird, daß derselbe den Aequator und den Nordostpassat überspringt.

Doch diese wenigen Blicke in eine fast noch neue Wissenschaft, die physische Geographie des Meeres, mögen vor der Hand genügen, um uns einen Maaßstab zu geben für die Bedeutung des in regelmäßigen Strömungen beharrenden, von Wasserdampf erfüllten Luftmeeres, um uns die Gewalt des Wassers als Regulators des Klima's ahnen zu lassen.

Wir haben schon mehrmals bemerkt, daß der klimatische Einfluß des Wärme- und Feuchtigkeitsgehaltes des Luftmeeres durch Bergketten für die vor dem Winde liegenden Ländermassen bedingt wird und lernten als großartigstes Beispiel davon die Andenkette Südamerika's kennen. Ein Blick auf eine die Höhenzüge deutlich angebende Karte Europa's, ja nur Deutschland's, wird uns in dieser Hinsicht viel Stoff zu lehrreichen und unterhaltenden Betrachtungen bieten, wenn wir an die bekannten für uns herrschenden Regenwinde aus Südwest denken.

Wenn die Höhenzüge hoch genug sind, um den niedrigeren Luftströmungen ein Hinderniß sein zu können, so lenken sie nicht nur diese vielfach von ihrer Bahn ab, sondern üben auch, namentlich wenn sie bewaldet sind, durch die Verdunstungskälte, welche das fortwährend Wasser aushauchende Laub hervorbringt, einen erkältenden Einfluß auf sie aus, wodurch sie genöthigt werden, einen Theil ihres Wasserdampfes als Thau oder Regen fallen zu lassen. Auf diese Weise wird ein bewaldetes Gebirge durch Quellenbildung ein Segen für seine Umgebung. Ist dagegen ein hohes Gebirge unbewaldet, so vermag es wohl auch den über seine Scheitel hinziehenden Wolken ihr Wasser

zu entziehen; dieses fließt aber dann an den kahlen Felsen in hundert kleinen reißenden Bächen abwärts und kommt der Ebene nicht nur nicht zu Gute, sondern richtet sogar Verheerungen an, indem es die Ackererde der Fluren mit sich fortreißt oder mit Sand und Schutt bedeckt.

Hierin liegt die wichtige Rolle, welche in unserem Deutschland die Gebirgswaldungen in der klimatischen Frage spielen. Sie halten das Wasser wie eine sorgliche Hausmutter ihr Hab und Gut zu Rathe; hier liegt auch der Grund zu dem „bisher" am Eingange dieses Abschnittes. Hundertmal habe ich mich überzeugt, daß selbst Gebildete diese Bedeutung des Waldes nicht kennen oder wenigstens nicht beachten.

In dem Holze des Waldes liegt wahrlich der Schwerpunkt seiner Bedeutung nicht. Das läßt sich, wenn auch mit Geldopfern, anderswo herholen oder durch andere Stoffe ersetzen. Der Forstmann ist nicht als Holzfäller, sondern als Walderzieher und Waldpfleger ein wichtiges Glied in der bürgerlichen Gesellschaft.

An einem andern Orte*) habe ich ein Bild von der Bedeutung des Gebirgswaldes zu malen versucht, indem ich dort vor einer näheren Betrachtung der Moosformen von der Stellung der Mooswelt überhaupt in unserem deutschen Naturhaushalte spreche. So klein die Moose sind, so wichtig ist das Amt, dessen sie zu Füßen der ragenden Stämme warten, zu dichten Haufen geschaart. Im Verein mit Haide- und Heidelbeer-Gesträuch bilden sie die Bodendecke unserer Gebirgswälder, welche der denkende Forstwirth vor den begehrlichen Händen des Landmanns zu hüten sucht. Ich erlaube mir, jene Stelle hier einzuschalten, da sie vielleicht geeignet ist, das so oft übersehene Verhältniß lebhaft zu veranschaulichen.

„Die Moose sind die kleinen Regulatoren der Bewohnbarkeit ganzer Provinzen. So groß ist ihre Bedeutung! Man besuche die Höhen unserer deutschen Waldberge, um das zu begreifen. Die Moosdecke jener bewaldeten Gebirge ist es, was die denselben entquellenden Bäche und Flüsse und durch sie die Pflanzen im Thale und durch diese die Menschen und Thiere am Leben erhält. Mag sein, daß das Manchen wie Uebertreibung klingt. Er wird es nicht mehr so finden, wenn er einmal in einer malerischen Gebirgsschlucht des

*) Flora im Winterkleide, Leipzig, bei H. Costenoble. S. 92 f.

Harzes, oder des Schwarzwaldes, oder des Erzgebirges, oder des Thüringerwaldes einen Platzregen riskiren will. Ich möchte ihn hinführen auf einen jähen Abhang, an dessen Fuße ein Waldbach zu uns heraufmurmelt, wo alte Fichten und Tannen ihre Wurzeln zwischen den losen Blöcken in die Seite des Berges hineintreiben, um sich vor dem Sturze in die Tiefe zu halten; wo Alles mit üppigen Moospolstern bekleidet ist, Felsblöcke und Baumwurzeln und die wenigen abschüssigen Parthien des Hanges, auf denen nicht auch Steine liegen. Dort möchte ich mit ihm einen recht herzhaften Gebirgsregen aushalten, und wenn er uns bis auf die Haut ginge. Nachher würde ich ihn fragen: nun, siehst du um dich und unter dir eine merkliche Veränderung? Unten der Bach ist kaum merklich angelaufen. Es regnete doch tüchtig, aber so weit du den Abhang, an dem wir kleben, und den gegenüberliegenden übersehen kannst, es ist noch Alles, wie es vor dem Regen war. Nun denke dir aber die Abhänge mit kahlem Boden bedeckt. Du würdest von reißenden Regenbächen gewaltige Massen des Erdbodens haben hinunterspülen sehen, mancher Baum wäre vielleicht mit fortgeschwemmt worden und in wenigen Jahren würden nur noch kahle Felswände übrig sein, während die alte Tanne, die uns einigen Schutz vor dem Wüthen deines Lehrmeisters gewährte, in hundert Jahren hier ruhig zu dem schönen, mächtigen Baume erwachsen ist. Diese kleinen schönen Pflänzchen sind Vermittler zwischen Himmel und Erde. Wenn der Regen in Strömen niederstürzt, als wollte er mit einem Male den durch Entwaldung verkümmerten Flüssen wieder aufhelfen, so rufen ihm die Moose beschwichtigend zu: „nur gemach, du Ungestümer“, und werfen sich zwischen ihn und die bedrohte Erde und fangen die Fluthen des Himmels mit den Millionen ihrer zierlichen Blättchenarme auf und brechen ihre Gewalt, daß sie nur tropfenweise durch sie hindurch können und der Boden gemächlich auffaugen kann, was er braucht, und was darüber ist, ruhig hinabsickert von Stein zu Stein unter der Moosdecke hinunter in den sammelnden Bach.

Und fallen dann im Sommer die lechzenden Sonnenstrahlen auf diese Bergwand, daß das alte Harz an der Tannenrinde wieder flüssig wird, so ist es wiederum das Moos, was sich zwischen ihnen und dem Erdboden ins Mittel schlägt und nimmer duldet, daß die ausdorrende Gluth bis tief hinein in das Erdreich dringen kann.

Und auch mit dem Winde machen sie es so. Wo sie, die Moose, fehlen,

da fegt der Sturm raschelnd das dürre Laub zusammen und treibt es hinunter in das Thal und trocknet den Boden ellentief aus. Die Moose fangen in ihren Zwischenräumen die sich vom Baume herabwirbelnden Nadeln und Blätter auf und halten sie fest und weben sich mit ihnen zur schützenden Decke für die Füße des Waldes."

In dieser Schilderung ist keine Uebertreibung. Es ist so, buchstäblich so, wie ich es geschildert; und wenn es so ist, so wird es kaum des weiteren Beweises durch das Gegentheil bedürfen. Das Gegentheil — es ist schrecklich — noch können wir es in Deutschland zum Glück nur wenig kennen lernen. Dennoch sind wir nicht sicher davor. Wir gehen vielmehr an manchen Theilen Deutschlands demselben mit schnellen Schritten entgegen. Wie einst nach Cäsars Mittheilungen Germania des Waldes zu viel und daher ein rauhes Klima hatte, so kann Deutschland vielleicht in einigen Jahrzehenden schon des Waldes zu wenig und obgleich in anderer Weise wieder ein rauhes Klima haben. Wir sind höchst wahrscheinlich bereits auf dem Punkte angekommen, wo Umwandlung von Wald in Feldboden anfängt ein Verbrechen an der Zukunft zu werden. Stehen wir bereits auf diesem Punkte, so stehen wir auch an dem, wo der Wald aufhört, Alleinbesitz seines Eigenthümers zu sein, sei dieser ein Privatmann, sei es einer der 36 großen und kleinen Splitter Deutschlands. Ja der Rhein zeigt, daß der Waldbesitz für die Zukunft sich nicht an Völkergrenzen binden will. Der Rhein macht den Deutschen zum Mitbesitzer seiner Quellen, die im fernen Graubünden die Schiffahrt der Hessen und Nassauer und Preußen begründen. Das Wasser scheint berufen, die internationale Freundnachbarlichkeit noch fester zu knüpfen, als es der Straßenverkehr, Zollgesetzgebung und Post- und Telegraphenverbindung vermögen.

Man verargt es „Unterthanen" so häufig, wenn sie sich mit ihrem „beschränkten Urtheile" um das „Wohl des Vaterlandes" bekümmern. Behalte man von diesem Interdikte des über den häuslichen Heerd hinausgehenden Urtheilens wenigstens die absoluten Lebensfragen vor.

Ich schalte hier zwei Beispiele ein, um den Einfluß der Bewässerung einer Gegend, vermittelt durch quellenhegende Waldungen, zu veranschaulichen.

Die spanische Provinz Murcia steht allgemein in dem Rufe eines dürren

afrikanischen Klima's und wird deshalb von den wenigen ausländischen Reisenden meist gemieden. Ist dies auch in vielen Theilen richtig, so enthält sie doch Flächen von einer üppigen Fruchtbarkeit, in denen man sich in die Nachbarschaft der Tropen versetzt glauben kann. Von der reichbewaldeten Sierra de Segura gießt der Rio Segura seine anfangs klaren aber dann immer trüber werdenden Fluthen in das mehrere Geviertmeilen große, vollkommen tischgleiche Thal, dessen fetter Alluvialboden das Wasser zuletzt bis zur Lehmfarbe trübt. Kaum in der Ebene angelangt, muß der Fluß links und rechts einen großen Theil seines Wassers in ein reichverzweigtes Netz von Bewässerungsgräben ausgießen, so daß buchstäblich jeder Fußbreit der weiten Ebene, wenn nach der gesetzlich geordneten Benutzung die Reihe an ihn kommt, seinen Antheil an der wohlthätigen Spende erhält. Das Gleichniß ist vollkommen treffend, wenn man eine solche spanische Vega oder Huerta (Garten) mit dem Adernetze eines Baumblattes vergleicht, wobei der bewässernde, die ganze Vega durchströmende Fluß die Mittelrippe des Blattes darstellt. In den ersten Tagen des April fand ich unter heißem Sonnenstrahle die üppigen Weizenfelder schon in der Blüthe und im November würde ich als zweite Ernte in ihrer Stoppel reifen Mais gefunden haben. Granat- und Feigenbäume, Datteln, Orangen und Citronen und eine Menge der warmen Zone angehörender Bäume und Sträucher verhüllten den grünen Getreideboden mit einem hier nicht nachtheiligen Laubdache, oder ragten hoch über die Mauern feenhafter Gärten. Entzückt über diese strotzende Fülle der Pflanzenwelt bangte mir doch nach einigen Tagen für das Paradies; denn ich hatte gehört, daß atmosphärisches Wasser hier beinahe nichts biete, daß weder in der großen und reichen Stadt Murcia, wo man nur abgeklärtes Segurawasser trinkt, noch weit und breit ein Brunnen, noch viel weniger ein Bach sei — und daß man in neuester Zeit die Art an die Waldungen des Sierra de Segura, also an die Quellen der Lebensader der Vega gelegt habe. Einer hochstehenden Person hatte man für ein billiges Geld 1 Million Stämme auf der Wurzel verkauft und alle Welt sagte — zu meinem namenlosen Erstaunen mit sorgloser Unbefangenheit — dieses Geschäft werde sich ohne Zweifel bald wiederholen. Und neben meinem Entzücken nistete sich ein unheimliches Gesicht ein. Es war der Verfall dieses Gartens, in welchem 80,000 Einwohner ein behagliches Leben führen, ich sah die stolzen Paläste der reichen Murcianer von

der Armuth bewohnt. Dies muß eintreten, wenn die Sierra de Segura entwaldet und der Rio Segura vertrocknet sein wird, und ich habe in Südspanien viele, ersichtlich erst in den letzten Jahrhunderten versiechte Flüsse angetroffen, an deren Ufern von ihrem ehemaligen Segen nichts übrig geblieben war, als das in besserer Zeit hergestellte Niveau der verödeten Felder.

Wenige Wochen nachher sollte ich anderwärts meine bange Ahnung bereits eingetroffen finden. Eine Stunde südwestwärts von Murcia übersteigt die Landstraße in der Montaña del Puerto de Cartagena ein Glied der vielleicht nirgends über 1500′ hohen Kette, welche die murcianische Vega gegen Süden begrenzt. Wenn man die Höhe überschritten hat, gelangt man in eine nur von geringen Wellenhügeln unterbrochene Ebene, welche hinsichtlich der Bodenbeschaffenheit der murcianischen sehr ähnlich ist. Ich bekam aber bis Cartagena in der südöstlichsten Spitze Spaniens, zu welcher mich diese Ebene nach sechsstündiger Fahrt leitete, kein Wasser zu sehen, als das in meinem Trinkglase in der einzigen Venta jener unerquicklichen Ebene. Der Feldbau war dem guten Glücke des regenlosen Himmels preisgegeben und ich war geneigt zu zweifeln, ob ein deutscher Bauer an die kümmerlichen Halme mit den schlechten spanischen Ackergeräthen seine Arbeit vergeudet haben würde. Als die Carthager hier ihre Carthago nova gründeten, mag es anders ausgesehen haben! In der näheren Umgebung von Cartagena mag es auch noch vor einem halben Jahrhunderte besser ausgesehen haben; ja ein Freund erzälte mir in Murcia, daß er die aus zahlreichen Hügelketten gebildete Sierra de Cartagena noch bewaldet gekannt habe. Jetzt kann man sich dort keinen Wanderstab mehr schneiden und kein Tropfen rinnt aus den hundert Bergrinnen hinunter in das Thal. Nordwestlich weiter ziehend kam ich gegen Almazarron in die felsigen Esparto-Ebenen, woher die Römer die Veranlassung zur Bezeichnung ihrer Eroberung als Cartago Spartaria genommen haben mögen.

Dort, im fernen Südspanien, kommt dem Deutschen das praktische Verständniß seines heimischen Waldes!

Kann es nun wohl auch im nördlicher gelegenen Deutschland nicht leicht so schlimm kommen, als im sonndurchglüheten Südspanien, so kann, so muß es doch in ähnlichen Fällen schlimm genug kommen.

Den mächtigen Rhein, mit seinen vielen großen und kleinen Zuflüssen

zu berauben, scheint Manchem vielleicht eine Chimäre. Wenn man aber sich nicht ganz verschließt für die Beachtung der Beziehungen zwischen Ursache und Wirkung und die Macht der Zeit nicht übersieht, welche durch den kleinen Tropfen den Stein höhlt, so muß man in der Verminderung der Quellen eine Beeinträchtigung auch des größten Flusses erkennen. Zum Glück liegen die Quellen des Rheins großentheils außer dem Bereiche menschlicher Eingriffe, denn die bedeutendsten seiner schweizerischen Quellen sind Gletscherbäche, die uns im folgenden Abschnitte beschäftigen werden. Die Donau ist mehr gefährdet als der Rhein, da sie fast nur durch die 55 den Inn speisenden Gletscher Eiswasser erhält, der auch bei seinem Einströmen in die Donau bei Passau bedeutend breiter als diese ist; ihre übrigen Zuflüsse stammen aus Waldgebirgen.

Abhängiger von menschlichen Eingriffen sind die nordwärts strömenden deutschen Flüsse zweiter und dritter Ordnung, z. B. Elbe, Weser und Oder und deren noch kleineren Zuflüsse. Sie hängen mit tausend feinen Quellenfäden am Gedeihen unserer Bergwälder. Man muß oft weit und in Hunderte von kleinen bewaldeten Gebirgsschluchten zurückgehen, um diese Abhängigkeit ganz zu würdigen. Man vergißt dies gar leicht, was der sprichwörtlichen deutschen Gründlichkeit nicht widerfahren sollte.

Ich erinnere alle Die, welche das Innere unserer deutschen Waldgebirge kennen, wie ganz anders sich in ihnen die wässerigen Lufterscheinungen verhalten als in weit ausgedehnten baumarmen Ebenen, von denen aus man über jenen oft Wochen lang eine Wolkenschicht gelagert sieht, während über der Ebene klarer Himmel ist. Theils sind es die Bergwälder selbst, welche durch Wasserausbauchung die Wolken speisen, theils sind sie es wenigstens, wodurch die Wolkenbildung hier gefesselt wird.

Wie vorhin in anderer Weise, so dient Spanien an vielen Orten auch als Beispiel für das Verhalten unbewaldeter Gebirge bei starken Regengüssen und zur Zeit des Schneeschmelzens. Das Sprichwort: wie gewonnen, so zerronnen drückt dies Verhalten treffend aus. Wir lernten es schon aus der oben (S. 102) mitgetheilten kleinen Schilderung kennen. Viele selbst ansehnliche Flüsse Spaniens sind den Sommer über höchst unbedeutend, ja ganz ohne Wasser, schwellen aber nach einem in den Gebirgen fallenden Platzregen und bei plötzlich eintretendem Thauwetter so schnell und so mächtig an,

daß sie den Uferbewohnern und deren Besitzthümern gefährlich und verderblich werden. In der Regel ist dagegen das Anschwellen waldgenährter Flüsse nicht jäh, es sei denn, daß in Wellenthälern ihres Gebietes Wolkenbrüche fallen oder der Schnee durch Regengüsse schnell abgeschmolzen wird. Hierin liegt vielleicht der Schwerpunkt der ganzen Frage. Den Einfluß der Waldungen auf Wolken- und somit auf Regenbildung keineswegs aufgebend, kann man zugeben, ihr Einfluß liege mehr noch darin, daß sie den Kreislauf der Verdunstung und des Niederschlages regeln und im Bereiche ihrer Wirksamkeit festhalten.

Wenn hier die Einflüsse der Bewaldung eines Landes auf dessen Klima anderen, zum Theil nur durch den weitgreifenden Umfang ihrer Wirksamkeit größeren vorangestellt sind, so geschieht es in der fest begründeten Ueberzeugung, daß man keine Gelegenheit vorbeigehen lassen sollte, die Sympathien Aller für den Wald wach zu rufen, die Sympathien, welche sich nicht auf die jedem reinen Gemüthe inwohnende „Waldlust“ und auf die „nachhaltige Bewirthschaftung“ der Holzbestände beschränkt, sondern Sympathien, welche in Deutschlands Waldungen einen wesentlichen Theil der Zukunftbedingungen unserer Enkel erkennen. Gegenüber dem ungeheueren Holzverbrauche durch den Eisenbahnbau muß auch der entschiedenste Gegner des oft mehr als leichtfertigen Auftretens mit „Aktienunternehmungen“ ihr Lobredner werden, wenn sie sich der Aufsuchung und Ausbeutung von Stein- und Braunkohlenlagern zuwenden; so wie jede Verbesserung in den Heizvorrichtungen hinsichtlich der Anwendung von mineralischen Kohlen, jeder Aufbau eines massiven Hauses von dem in die Zukunft Blickenden mit Freude begrüßt werden muß.

Vielleicht erblickt mancher meiner Leser in dieser Anwaltschaft für den Wald eine unnöthige Furcht, vielleicht sogar Uebertreibung. Um dieser Meinung möglichst wenig Berechtigung zu lassen, so frage ich, ob nicht in einer unserem nördlicheren Klima angemessenen längeren Zeit dasselbe geschehen könne, was in auffallend kurzer Zeit in Venezuela geschehen ist? Dort ist in dem Thale von Aragua der dem Neuenburger gleichkommende See Tacariguà durch Entwaldung der umliegenden Höhen und ausgedehnte Urbarmachungen in wenig mehr als 200 Jahren so bedeutend verringert worden, daß eine Menge ehemaliger Inseln desselben zu freistehenden Hügeln wurden. Humboldt, der den See 1800 besuchte, sagt mit Beziehung darauf: „durch

Fällung der Bäume, welche die Berggipfel und Bergabhänge bedecken, bereiten die Menschen unter allen Himmelsstrichen den kommenden Geschlechtern eine doppelte Plage: Mangel an Brennstoff und Wassermangel."

Aber dieser See liefert auch einen weiteren Beweis in unserer Frage. Nach jener Zeit, von der Humboldt spricht, decimirten viele Jahre lang politische Kämpfe die fleißige Bevölkerung und der in den Tropen das verlorene Terrain bald wieder erobernde Wald füllte den See wieder und vertrieb so die Zucker- und Indigo-Plantagen, welche sich an seinen trocken gelegten Rändern angesiedelt hatten.

Boussingault, der berühmte Förderer einer wissenschaftlichen Begründung des Landbaues, erzählt ganz Aehnliches von zwei Seen der amerikanischen Hochebene von Neu-Granada, deren Klima dem europäischen ähnlich ist. Der See Fouquené in demselben Thale ist wie jene zwei durch ausgedehnte Entwaldungen vermindert und in 200 Jahren von 10 Lieues Länge und 3 L. Breite auf 1½ L. Länge und 1 L. Breite zusammengeschrumpft. Das nahe am See erbaute Dorf Zimijaca liegt jetzt eine Lieue davon entfernt.

Neben diesen Thatsachen, die eine andere Deutung wenigstens zur Zeit noch nicht zulassen, führt Boussingault Seen an, deren Niveau sich nachweislich nie verändert und in deren Umgebung niemals Entwaldung stattgefunden hat.

Doch es fehlen uns auch in Europa Beispiele vom Abnehmen großer Wasserbecken nicht. Wer die vollkommen horizontalen Sumpfebenen zwischen dem Neuenburger-, dem Bieler- und dem Murtensee kennt, der kann nicht daran zweifeln, daß diese einst Einen See gebildet haben. Von ihnen und von dem benachbarten Genfer-See nimmt Saussüre eine innerhalb 1200—1300 Jahren erfolgte bedeutende Verminderung an, „und Niemand wird leugnen", bemerkt Boussingault hierzu, „daß während dieser langen Periode unermeßliche Strecken Waldes gefällt wurden*), und ein steter Fortschritt in dem Anbaue dieses schönen Landes stattgefunden hat."

Boussingault theilt einen interessanten Fall mit, der geradezu wie ein zum Beweise ausgeführtes Experiment aussieht. Auf der Insel Ascension

*) Die Landwirthschaft in ihren Beziehungen zur Chemie, Physik und Meteorologie. Deutsch von Gräger. 2. Bd. S. 419.

verschwand eine sehr wasserreiche Quelle, nachdem die das Gebirge, aus dem sie kam, bedeckenden Bäume gefällt worden waren. Die Quelle erschien nach einigen Jahren wieder, nachdem man den Berg wieder bepflanzt hatte. Jeder deutsche Gebirgsförster kann hierzu Belege im Kleinen anführen.

Den wassersparenden Einfluß der Waldungen, wie man ihn nennen möchte, beweist ein weiteres, von unserem Gewährsmanne selbst beobachtetes Beispiel.

Die in der Provinz Popayan gelegenen Bergwerke von Marmato, deren Pochwerke von einem durch mehrere kleine Bäche gebildeten Flüßchen getrieben werden, hatte man zu einem schwungvollen Häuserbau und zu sonstigem Holzbedarfe in den unmittelbaren Umgebungen bedeutende Waldmassen geschlagen. Das Stillstehen der Wasserwerke gab nach und nach von selbst das Schwächerwerden des Flüßchens an. Man glaubte die Verarmung desselben einem geringeren Regenniederschlage beimessen zu müssen. Allein ein 2 Jahre lang beobachteter Regenmesser gab einen gleichen und sogar einen vermehrten Niederschlag an. Die Waldungen hatten also nur gespart, was nach ihrer Vernichtung schnell vorübergerauscht war.

Ueber die Frage, ob ausgedehnte Entwaldungen auch die Regenmenge verringern, ist in Europa noch schwer zu entscheiden, weil dergleichen nicht vorliegen und die physische Geographie noch nicht gar zu lange Zeit den Regen mit dem Ombrometer mißt. Für Amerika steht aber nach Boussingault's Aussage die Thatsache fest, daß die dort im größten Maaßstabe ausgeführten Entwaldungen stets mit Verminderung der Regenmenge verbunden gewesen sind.

Wir aber, wenn wir unsere geringe Waldfläche mit den unermeßlichen Urwäldern Amerika's vergleichen, müssen es uns eingestehen, daß „Walddevastation" in Deutschland mehr und mehr aufhört, ein bloßes Gespenst zu sein, womit der seinen Wald liebende Forstmann die Holz- und Streugierigen zurückscheucht. Ja im südlichen Frankreich ist durch Entwaldung während der ersten Revolution ein Zustand der Gegenwart herbeigeführt worden, von welcher Blanqui, Professor der Staatswissenschaft in Paris, eine grauenerregende Schilderung macht.

Ich verlasse diese Waldfrage mit der dringenden Mahnung, daß wir es hier mit einem herannahenden Uebel zu thun haben, welches gewiß von der

nur ihren augenblicklichen Gewinn im Auge habenden Mehrzahl der Privat- und Gemeindewaldbesitzer als solches nicht erkannt ist, während sein endliches Erkennen, wenn es bereits da ist, zu spät sein wird. Hier wie nirgends gilt es, dem ersten Beginnen des Uebels entgegenzutreten. Ein undankbares Verkennen der Verhältnisse würde es aber sein, wollte ich hier unerwähnt lassen, daß die meisten deutschen Staatsverwaltungen, voran die des Königreichs Sachsen, hinsichtlich der Pflege der Staatsforsten den höchsten Ruhm verdienen.

Während der Wald als klimabedingender Faktor unsere Aufmerksamkeit in den engen Grenzen unseres Vaterlandes fesselte, soll sie nun durch die Meeresströmungen wieder in weite Kreise gelenkt werden.

Das Meer ist nicht blos durch Ebbe und Fluth, sondern auch durch eine Menge von Strömungen in fortdauernder Bewegung. Für jene sucht man im Monde und in der Sonne die bewegende Kraft, für diese ist es in der Hauptsache die Wärme, die wir schon als treibende Kraft der Luftströmungen erkannten.

Diese Meeresströmungen sind zwar von den über ihnen wehenden Luftströmungen, und eben so wenig wie diese, von der Axendrehung der Erde nicht ganz unabhängig, doch folgen sie meistentheils eigenen Bahnen. Diese gehen nicht, wie wir es von den auf der Erdoberfläche sichtbar wogenden Gewässern gewohnt sind, immer abwärts, sondern meist vollkommen horizontal, und sogar nicht selten aufwärts.

In den oceanischen Strömungen ist nicht die ganze Höhe der betreffenden Wassermenge von dem Grunde bis an die Oberfläche des Meeres in Bewegung, sondern dies ist wahrscheinlich blos bei geringen Meerestiefen der Fall, während gewöhnlich die Strömungen vergleichsweise blos oberflächliche sind, unter denen sich oft andere, eine entgegengesetzte oder sonst andere Richtung verfolgende finden.

Der Verlauf der Küstenlinien, die Flächenausdehnung der Meeresabtheilungen, die Temperatur- und Vegetationsverhältnisse der Uferländer, die Zuflüsse süßen Wassers, die auf die Meeresoberfläche fallende intensive Wärme, die verschiedenen Meerestiefen, diese und noch manche andere, mehr örtliche Bedingungen schreiben die Richtung und die Geschwindigkeit der Meeresströmungen vor.

Indem wir uns vorbehalten, dieses an feste Gesetze gebundene Kreis-

lauf-System des Meeres in einem diesem gewidmeten besonderen Abschnitte näher zu betrachten, beschränken wir uns hier auf diejenige Meeresströmung, welche schon seit sehr langer Zeit den Seefahrern bekannt ist und dem Entdecker der neuen Welt in unbekannten Früchten und Leichnamen ganz fremdartiger Racen gewissermaßen unzweifelhafte Kunde zuführte, daß das gesuchte Land wirklich vorhanden sei. Es ist diese Strömung zugleich diejenige, welche das Klima des westlichen Theiles von Europa zum großen Theile bestimmt. Ich meine den Golfstrom.

Es ist eine des Scharfsinns des Amerikaners Maury würdige Aufgabe — an der sich das Nachdenken der Physiker schon seit langer Zeit mit geringem Erfolge abmüht — der den Golfstrom bewegenden Kraft nachzuspüren. Unter allen über die bewegende Ursache des Golfstromes bisher aufgestellten Vermuthungen ist diejenige am wenigsten wahrscheinlich, welche dieselbe in dem Drucke der vom Missisippi in den mexikanischen Golf ausgegossenen Wassermassen sucht, denn diese Wassermassen betragen noch nicht ein Tausendstel derjenigen, welche durch den Golfstrom aus dem mexikanischen Meerbusen entweichen. Es ist hier nicht der Ort, alle deshalb ausgesprochenen, mehr oder weniger wahrscheinlichen Vermuthungen anzuführen; ich will nur als ein Beispiel von den bisher kaum noch in Anschlag gebrachten, im Geheimen wirkenden Kräften eine anführen, auf welche Maury sicher nicht ohne Berechtigung ein großes Gewicht legt. Die Nordostpassat-Region des atlantischen Oceans dehnt sich auf einen Flächenraum von etwa drei Millionen engl. Geviertmeilen aus, welche jährlich eine Schicht von 15 Fuß durch Verdampfung verliert. Das in dieser enthaltene Salz, welches bekanntlich nicht mit entweicht, muß also das zurückbleibende Seewasser jenes Gebietes um so salziger also dichter und schwerer machen. Diese Masse von Salz, in Form von trocknem Kochsalze gedacht, würde hinreichen, ganz Großbritannien 7 Ellen hoch zu bedecken.

Von seinem Ausgangspunkte, dem mexikanischen Meerbusen, der doch auch nur ein Stationspunkt in dem ruhelosen Kreislaufe des Meeres sein kann, bis an die Küsten von Carolina hat der Golfstrom eine dunkelblaue Farbe und ist dadurch gegen das übrige Meerwasser so bestimmt abgegrenzt, daß man eine scharfe Grenzlinie des Golfstromes sieht und ein gerade auf ihr steuerndes Schiff halb in dunkler halb in heller Meerfarbe fährt. Bei seinem

Austritte aus der Foridastraße in den atlantischen Ocean ist er etwa 6 Meilen breit, verbreitet sich aber in den Breiten von Südeuropa bis auf 300 Meilen. Es ist außer Zweifel, daß der Golfstrom von einem niedrigeren Niveau nach einem höheren also bergauf fließt, trotzdem, daß ihm die übrige Masse des atlantischen Oceans einen gewaltigen Widerstand leisten muß. In den verschiedenen Theilen seines Laufes steigt seine Geschwindigkeit von 1 bis 52 engl. Meilen in der Stunde.

Der Widerstand des von dem Golfstrome durchschnittenen Meerwassers staut denselben an seiner Oberfläche zu einer nach Ost und nach West abfallenden dachähnlichen Böschung auf, wodurch sogenannte Dachströmungen entstehen. Daher ladet der Golfstrom alle auf ihm schwimmenden leichten Körper an seinen beiden Rändern gewissermaßen ab. Selbst Barken sind diesen Dachströmungen unterworfen, während Schiffe wegen ihres Tiefganges von derselben nicht betroffen werden.

Das allbekannte Sargasso-Meer im atlantischen Ocean, welches in dem von den Azoren, den canarischen und capverdischen Inseln bezeichneten Dreiecke liegt, und welches die Gefährten des Columbus in nicht geringes Schrecken versetzte, bildet eine sehr einleuchtende Veranschaulichung der Bewegungsgesetze, denen der Golfstrom zum Theil unterliegt. Diese viele Quadratmeilen bedeckenden Massen von Seetang, welche von dem Meeresgrunde losgerissen hier zusammengeschwemmt werden, befinden sich im Mittelpunkte einer Kreisströmung, eines Wirbels, wozu der Golfstrom, nordwärts sich theilweise davon losreißend, gehört. Man kann sich das Bild dieses Tangmeeres leicht im Kleinen vorstellen, wenn man auf eine große flache Schüssel voll Wasser eine Hand voll Spreu oder Häckerling wirft und dann das Wasser in einen heftigen Wirbel umrührt. Allmälig werden sich die schwimmenden leichten Körper am Rande des Gefäßes, die meisten jedoch im Mittelpunkte des Wasserwirbels sammeln.

Derjenige Theil des Golfstromes, welcher sich nordwestwärts von dieser Kreisströmung losreißt, strömt südlich von den großen Bänken von Neufundland immer breiter werdend in nordwestlicher und zuletzt fast nur nördlicher Richtung weiter.

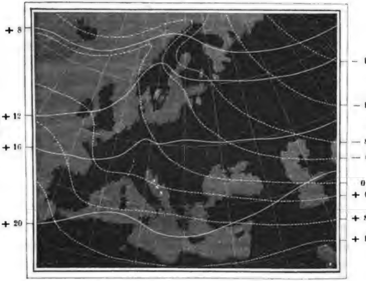
Bei seinem Austreten durch die Floridastraße in den atlantischen Ocean ist das Wasser des Golfstroms einige Grade wärmer, als es bei seinem

Eintritt aus dem Caribischen Meere in den mexikanischen Golf war, wo es in der Tiefe sogar beinahe 18° R. kälter ist. Während das Oberflächenwasser des Golfstromes + 21° R. zeigt, zeigt es an der untern Fläche (was nicht mit dem Meeresgrunde zu verwechseln ist) nur kaum + 3° R. Unter dieser, an ihrer oberen und unteren Fläche so verschiedene Wärmegrade zeigenden Wassermasse des Golfstromes liegt eine in entgegengesetzter Richtung, von N. nach S. strömende sehr kalte Wasserschicht, welche im Caribischen Meere beinahe eben so kalt ist wie das Meerwasser an der Küste von Spitzbergen. Wir sehen hier also ähnlich wie in den Luftströmungen warme und kalte Gegenströmungen des Meerwassers. Der Golfstrom ist ein warmer Oberflächenstrom nach den nördlichen Polarmeeren hin, unter welchem sich dafür ein kalter, also schwerer, zu Boden sinkender Strom südwärts wälzt. Jener mildert die Kälte in den Polarländern, dieser kühlt die Hitze in der Nähe des Aequators etwas ab. Das Vorhandensein des kalten unteren von Norden kommenden Gegenstromes beweisen die südwärts, also gegen den Golfstrom schwimmenden, Eisberge. Diese reichen durch den in höheren Breiten immer seichter werdenden Golfstrom hindurch bis in die Gewässer des unteren kalten Stromes, der sie trägt und südwärts fortreißt, bis sie unterwegs in der Nähe der großen Neufundlandsbänke abschmelzen und hier diese Bänke dadurch gebildet haben und noch fortwährend vergrößern, daß sie die Steinblöcke fallen lassen, welche sie aus den Polarländern bis hierher getragen haben. Die Eisberge werden uns später noch mehr beschäftigen.

So sehen wir den Golfstrom für ganz Westeuropa, vorzüglich für den Theil, welchen die britischen Inseln und Norwegen bilden, ein wärmeres Klima bedingen, als ihm den Breitengraden nach eigentlich zukommt. Er bildet mit den kälteren Nebenwässern und dem noch kälteren unteren Strome eben so im Meere warme und kalte Zonen und demgemäß eine Verschiedenheit in der Manchfaltigkeit der oceanischen Thier- und Pflanzenwelt, wie es die Hochlage und die geographische Breite auf dem Festlande thun. So erklärt sich leicht das milde Klima in den bezeichneten Theilen Europa's, von welchem das beigedruckte Kärtchen Fig. 12. eine Veranschaulichung gewährt.

Auch ohne Länderbezeichnung wird man in demselben leicht das schwarz dargestellte Ländergebiet von Europa erkennen. Außer den feinern weißen Linien der Meridiane und der Breitengrade finden wir auf dem Kärtchen

Fig. 12.



Isotheren- und Isochimenen-Curven von Europa.

stärkere bogige theils punktirte theils zusammenhängende weiße Linien. Die 8 punktirten Linien stoßen rechts auf kleine Striche im Rahmen des Kärtchens, welchen entsprechend Temperaturgrade nach Reaumur beigeschrieben sind. Diese Grade bezeichnen die mittle Wintertemperatur, welche für alle unter der entsprechenden Punktlinie liegenden Orte gleich ist. Diese Linien nennt man die Isochimenen-Curven. Auf der linken Seite sind in gleicher Weise 4 Isotherencurven, Linien gleicher mittler Sommerwärme, bezeichnet. Ein Blick auf die Karte zeigt uns den erwärmenden Einfluß des Golfstromes auf Westeuropa. Die sämmtlichen Isochimenen-Curven sind an den Westküsten von Europa stark nach Norden aufwärts gebogen, so recht eigentlich als wären es Fäden, die von dem Golfstrome nordwärts getrieben werden. Die Isochimenen-Curve 0° R. (rechts die vierte von unten) zeigt, daß an der nördlichen Westküste von Norwegen bis zum Nordkap der Winter nicht kälter ist als an den Ufern des kaspischen Meeres.

Je tiefer nach dem Innern dieser Gebiete und je mehr daselbst örtliche Verhältnisse, wie Höhenzüge, Hochlage, Vegetationscharakter, Bewässerung

oder Gegenströmungen im Luftmeere sich geltend machen, desto mehr wird der erwärmende Einfluß des Golfstroms abgeschwächt.

In ähnlicher Weise, wie wir es hier für Europa von dem Golfstrome kennen lernten, wirken andere Meeresströmungen erkältend oder erwärmend auf das Klima der benachbarten Länder ein.

Aber nicht blos aus wärmeren Breiten kommende Meeresströmungen mildern das Klima der Länder, sondern jede Meernachbarschaft macht das Klima der Länder milder, oder verringert wenigstens den Abstand zwischen Sommerwärme und Winterkälte. Diesen Einfluß gewinnt das Meer besonders durch die größere Gleichmäßigkeit in seinen Wärmeverhältnissen. Tages- und Nachtwärme, auf dem Lande viel bedeutender von einander verschieden, sind auf dem Meere nach den Jahreszeiten nur um ½ bis 5^0 verschieden.

Nach diesem Einflusse des Meeres auf das Klima des Landes unterscheidet man ein Seeklima (auch Insel- und Küstenklima genannt) und ein Continentalklima. Das Seeklima, dessen sich z. B. die meisten Theile von Großbritannien erfreuen, hat milde Winter und kühle Sommer, während das Continentalklima kalte Winter und heiße Sommer hat.

Das Wasser hat nicht nur eine höhere specifische Wärme als das Land, sondern es strahlt auch die langsamer über ihr specifisches Wärmemaaß angenommene Wärme langsamer wieder aus, während die Oberfläche der Erde sich eben so schnell erwärmt wie die Wärme wieder abgiebt. Daher bringen die Seewinde eine gleichmäßigere Temperatur über das Festland, und indem sie über demselben durch ihren Reichthum an Wasserdampf den Himmel häufiger mit Nebel und Wolken bedecken, als dies über wasserarmen Binnenländern geschieht, so verhindern sie dadurch eben so sehr eine starke Erwärmung des Bodens durch die Sonnenstrahlen, wie einen starken Verlust der angenommenen Wärme durch Strahlung, welches Beides durch einen bedeckten Himmel abgewendet wird.

Wenn wir das Gegentheil nicht wüßten, so könnten wir uns durch einen Blick auf unsere Karte Fig. 12. verleiten lassen, zu glauben, daß an den norwegischen Küsten eben so gut Wein und anderes Obst gedeihen müßte, wie in den unter derselben Isochimenen-Curve liegenden Gebieten des südöstlichen Europa. Allein dort und hier ist blos die mittlere Wintertemperatur gleich, während (wie die Isotherencurve + 8 zeigt) an der norwegischen

Küste die mittle Sommerwärme mit der Sibiriens gleich und die mittle Sommerwärme der südöstlichen Länder Europa's viel höher ist. Das Gedeihen und Reifen der Früchte hängt aber wesentlich von der Höhe der Sommerwärme ab *).

Aber selbst große Landseen vermögen mitten in großen Landflächen ihren Ufern bis auf weite Strecken in das Land hinein ein Seeklima zu bedingen. Dies gilt z. B. von der nördlichen Hälfte der Vereinigten Staaten und auch der mildernde Einfluß des Bodensees und der Schweizer Seen auf ihre Umgebungen ist nicht unerheblich.

Um die Isochimenen- und Isotheren-Curven richtig aufzufassen, müssen wir sie als klimatische Ausnahme-Zustände ansehen, nämlich als Ausnahme von der Regel, welche für alle unter derselben Breite liegenden Orte eigentlich dasselbe Wärmemaaß vorschreibt. Dies veranschaulicht uns die Isotheren-Curve + 16° (die dritte links). Von Osten her verläuft dieselbe bis in die Länge von Ostpreußen ziemlich gleich mit dem nächsten Parallelkreise, wie es die Regel vorschreibt. Von da an bis zur Westküste von Frankreich senkt sie sich aber immer südlicher herab, weil sich hier die feuchten Westwinde immer wirksamer zeigen, eben so kühle Sommer zu erzeugen, wie in mehr nördlicher Breite Osteuropa's.

So kann man die Parallelkreise die klimatische Theorie, diese Curven dagegen die sich anders gestaltende Praxis nennen.

Ehe wir die klimabedingende Eigenschaft des Wassers verlassen, müssen wir noch den Einfluß mit ewigem Schnee bedeckter Höhenzüge beachten, also wiederum das Wasser, in seiner krystallisirten Form und der einer Gegend zukommenden mittlen Regenmenge.

Der Boreas der Römer hauchte Schneeluft von den Häuptern der Alpen über die italischen Fluren, wie es die Bora heute noch thut, bald die rauhe Jahreszeit noch rauher machend, bald die glühende Luft angenehm kühlend. So gehen klimatische Strahlen nach allen Seiten von der mächtigen Alpenkette wie von allen Höhenzügen und Gebirgsketten nieder in die Thäler, geleitet von den herrschenden Luftströmungen.

*) Die Linien, wodurch Orte gleicher mittler Jahres-Wärme verbunden werden, heißen Isotherm-Curven, nicht zu verwechseln mit den ähnlich lautenden Isotheren-Curven. Sie gestalten sich auf einer Karte natürlich anders, als auf der unserigen die Isotheren- und Isochimenen-Curven.

Vierter Abschnitt.

Das Wasser als erdgestaltende Macht.

Erste Hälfte:
Zerstörende Thätigkeit des Wassers.

Einleitendes; Verwitterung; kohlensäurehaltiges Wasser wirkt besonders auflösend; Einfluß der Beschaffenheit der Felsarten auf deren Verwitterung, Fig. 13. und 14.; Porzellanerde; Einfluß der Pflanzenwelt auf die Verwitterung, Fig. 15.; Bergschlipf, Fortbewegende Gewalt des Wassers; Ganges und Rhein; Scandinavien und die deutschen Ostseeländer; Eiszeit, Drift- oder erratische Formation; Einfluß des Meeres auf seine Ufer; Uferklippen; Tennyson's Monument, Fig. 16.; Einfluß der Uferfelsen auf ihre Abtragung; Felsenmeere; Riesentöpfe; Karren; Auswaschungsthäler; Simeto, Fig. 17.

„In's Innre der Natur —“
O du Philister! —
„Dringt kein erschaffner Geist.“
Mich und Geschwister
Mögt ihr an solches Wort
Nur nicht erinnern,
Wir denken: Ort für Ort
Sind wir im Innern.
Göthe.

Nicht immer spendet das Wasser Blüthen und Leben. Es vernichtet auch, es reißt ein mit furchtbarer Gewalt, um mit den erbeuteten Trümmern anderwärts aufzubauen; es löst in unsichtbar kleinen Mengen Berge auf, um mit dem gewonnenen Raube Thäler auszufüllen und den Grund des Meeres zu ebenen. Denn es liebt überall das Gleiche und wehe der zu schwachen Menschenhand, welche nicht vermochte, es daran zu hindern, dies auf dem kürzesten Wege zu thun, denn vor allem liebt das Wasser den kürzesten Weg, wenn es die Macht hat, ihn zu wählen.

Das Wasser ist eine der wesentlichen Veranlassungen, daß die Erdoberfläche ihre gegenwärtige Gestaltung zeigt; vor Aeonen war diese eine andere, sie wird in Aeonen wieder eine andere sein. Versuchen wir es, in diesem Abschnitte diese Macht des Wassers uns klar zu machen.

Wenn wir den Ausdruck unserer Ueberschrift nur oberflächlich erwägen, so glauben wir damit auf die geologische Bedeutung des Wassers hingewiesen zu sein. Allein die Geologie ist keine Alterthumskunde der Erde, welche mit einem gewissen Zeitabschnitte, von wo an wir etwa die erdgeschichtliche Gegenwart annähmen, endet. Geologie ist Geschichte der Erde und Geschichte endet nie. So hat auch die geologische Macht des Wassers nicht aufgehört und wird nie aufhören, wenn auch diese Macht in früheren Erdepochen gewaltigere Werke geschaffen hat, als gegenwärtig. Doch wir werden am Schlusse dieses Abschnittes die Ansicht gewinnen, daß selbst dies mehr auf einer einseitigen Auffassung dieser Schöpfungen des Wassers beruht, als auf thatsächlicher Wahrheit.

Das Wasser hat in den früheren Zeitabschnitten der Erdgeschichte wahrscheinlich nur wenig erfolgreicher geschafft als jetzt, und dann eben so wie jetzt meist im Verborgenen auf dem Grunde seiner Meere; aber damals hatte es einen mächtigeren Bundesgenossen zur Seite, welcher geschäftig an das Tageslicht emporhob, was das Wasser im Verborgenen hervorgebracht hatte. Dieser Bundesgenosse, das Feuer, und zwar das im Innern des Erdkörpers glühende Centralfeuer scheint jetzt zu so mächtiger Dienstleistung nicht mehr stark genug zu sein und daher bleiben jetzt die großartigsten Werke des Wassers an ihrer verborgenen Bildungsstätte, von der Menge nicht einmal geahnt, von der Wissenschaft blos nach bekannten Gesetzen vermuthet und geschätzt.

Hat auch die Erdgeschichte mit der Geschichte schlechthin, d. h. mit der Geschichte des Menschengeschlechtes, in ihrem Verfahren das Meiste gemein, so besteht doch zwischen beiden in einem Punkte eine beträchtliche Verschiedenheit. In der Geschichte erklärt sich das Heute aus dem Gestern, weil es die natürliche Folge von diesem ist. In der Erdgeschichte kann dies nun zwar der Natur der Sache nach auch nicht anders sein; aber das Gestern, wenn wir mit diesem Worte die früheren Erdzeiten bezeichnen wollen, ist uns nur in seinen hinterlassenen leblosen Ueberresten bekannt, keine Ueberlieferungen von Augenzeugen seines Gestaltens geben uns davon verständigende Nachricht.

Wie es wurde, davon können nur die Gestaltungen der Gegenwart, von denen wir auf jenes zurückschließen, ein Verständniß verschaffen. Dies ist die Verschiedenheit, welche ich meine. Darum muß auch die Geologie den Weg des Geschichtsforschers umkehren. Sie muß die vor ihren Augen stattfindenden Umgestaltungen der Erdoberfläche sorgfältig beobachten und danach, indem sie zu ihnen die Macht der Zeit addirt, die früheren Erdumgestaltungen zu deuten suchen.

Mancher meiner Leser, der auch schon zu dem Geschlechte der Grauköpfe zählt, blickt vielleicht etwas ungläubig drein, wenn er das Wasser in der Ueberschrift eine erdgestaltende Macht genannt sieht. Er erinnert sich vielleicht, daß er ja neulich die Hügelgelände seines Heimathsdorfes noch gerade so fand, wie er sie als Knabe zum letzten Male erblickt hatte. Da sah er von keiner Umgestaltung etwas. Er vergaß, daß die Wahrnehmung eines Menschenalters gegenüber dem Alter der ewig sich verjüngenden Erde nur ein Augenblick ist. Eine Schätzung der unmittelbar vorliegenden Ergebnisse giebt hier ein sehr täuschendes Urtheil. Man muß dabei den richtigen Faktor in Anschlag bringen. Dieser ist die Zeit. Das Sprichwort: „der Tropfen höhlt den Stein" beruht einzig und allein auf einer rechten Würdigung dieses Faktors. Es würde übrigens eine nicht nur interessante Aufgabe der wissenschaftlichen Zukunft sein, sondern es muß geradehin eine sich von selbst aufdrängende Aufgabe der Wissenschaft genannt werden, wie man namentlich durch Humboldt's Anregung in allen Theilen der Welt meteorologische und magnetische Stationen hat, orographische Stationen zu errichten. Die Photographie bietet dazu die Hand. Diese herrliche Erfindung kann nicht wieder verloren werden, und sie muß also nach Jahrhunderten ihre Dienste eben so leisten, wie sie dieselben eben jetzt beginnen soll. Ich will mich durch ein Beispiel deutlich machen. Auf einem passenden Punkte des Lauterbrunnenthales, von welchem aus man die majestätische Gruppe der Jungfrau mit ihren Nachbarn, Eiger, Mönch und Silberhorn, aus dem Rahmen des genannten Thales hervortreten sieht, wird auf einer Jahrhunderte dauernden felsenfesten genau markirten Basis ein hinlänglich großes negatives Glas-Lichtbild genommen und in einem naturwissenschaftlichen Archive wohl verwahrt niedergelegt. In gewissen Zeiträumen von 10 oder 20, 30, 40, 50 Jahren wird genau unter gleichen Verhältnissen von demselben Standpunkte

ein zweites, drittes u. s. w. Lichtbild genommen. Diese Lichtbilder würden bei ihrer Durchsichtigkeit sich decken und an ihren Umrissen jede eingetretene Veränderung wahrnehmen lassen. So könnte die Wissenschaft, denn sie stirbt ja nicht (wandert höchstens aus) — den Betrag der Umgestaltung der orographischen Verhältnisse durch Verwitterung und vulkanische Thätigkeit einer Jahrhunderte umfassenden Beobachtung unterziehen. Gegenwärtig beschränkt sich dieser Theil der physischen Geographie nur auf weniges Stückwerk und unsichere Schätzungen.

Es ist nicht zu zweifeln, daß, freilich erst für unsere späten Nachkommen, der wissenschaftliche Gewinn überraschend groß und manchfaltig sein würde. Man würde bei dem Gange der Abtragung der Bergcontouren den Einfluß des Klima's, der Gesteinarten, des Neigungswinkels der Höhen, der Vegetation u. s. w. messen können. Und nur mit Maaß, Gewicht und Zahl gewinnt die Naturwissenschaft brauchbare Resultate.

Indem wir uns anschicken, dem Wasser auf seiner Spur zu folgen, wollen wir in aufsteigendem Vorschreiten verfahren, mit dem Kleinen beginnen und mit dem Großen endigen. Das Kleine wird uns freilich auch groß erscheinen, wenn wir nicht vergessen, daß viele Körner einen Scheffel geben.

Wie in der Natur Zerstören und Gestalten immer an einander geknüpft sind, so sind sie dies auch in den Werken des Wassers. Die Gestalten vergehen, nur der Stoff ist ewig. Die Natur leiht ihren Stoff an die Gestalt und nimmt ihn wieder zurück, um ihn, auch blos auf eine kurze Zeit, an eine andere Gestalt zu geben. Bei diesem Kreislaufe des Stoffes spielt das Wasser eine wichtige Rolle. Was es auf hohen Bergeszinnen vom festen Felsen abnagte, das führt es auf langen Umwegen als Labetrunk in unseren Körper, um dessen Aufbau zu erhalten und zu verjüngen, und wieder führt es die Stoffe unseres zerfallenen Leibes in den feinen Bau der Pflanze, um daraus für ein Thier oder für andere Menschen Nahrung bereiten zu lassen. Wenn wir das Wasser als Ernährer ins Auge fassen werden, wird uns dieser Kreislauf ganz besonders anziehen.

Wir beginnen mit der zerstörenden Macht des Wassers, ohne jedoch eine scharfe Grenze gegen die andere, die aufbauende Thätigkeit desselben, einhalten zu wollen und zu können, denn meist knüpft sich diese an jene unmittelbar an.

Wenn wir für natürliche Vorgänge in dem Getriebe der menschlichen Gesellschaft Gleichnisse suchen wollen, so finden wir darin ein solches, daß wir die Verwitterung der Diplomatie vergleichen. Beide sind unablässig bemüht, unbemerkt in kleinen und anscheinend unbefangenen Schritten zuletzt doch große Wirkungen zu erzielen. Jedermann kennt die Verwitterung und doch unterläßt man es meist, sich deren Wirkungen messend oder wenigstens schätzend einmal recht klar zu machen.

Wenn man die Verwitterung im großen Ganzen auffaßt, so ist sie streng genommen kein rein chemischer Vorgang, sie schließt aber immer chemische Vorgänge ein, indem sie dieselben vermittelt. Die die Verwitterung veranlassende Gewalt erhält das Wasser theils durch seine auflösende Kraft, theils durch seine Ausdehnungsfähigkeit unter dem Einflusse der Kälte. Hieran schließt sich seine rohe fortbewegende Gewalt. Wir wissen schon, daß die auflösende Kraft des Wassers durch Wärme gesteigert wird und daß namentlich auch kohlensäurereiches Wasser auflösender wirkt als kohlensäurearmes. Da kein Wasser ganz ohne Gehalt an Kohlensäure ist, so ist auch jedes fähig, wenn auch noch so langsam die härtesten Gesteine nach und nach aufzulösen. Auch kann das Wasser seine auflösende Kraft dadurch erhöhen, daß es bereits einen Körper in sich aufgelöst hat, daß es also bereits eine Lösung ist, die nun für andere Körper als solche auflösungskräftiger wird, namentlich wenn alsdann noch Wärme hinzutritt.

Daß das Wasser, besonders das atmosphärische, das die Verwitterung unterhaltende Element sei, namentlich wenn es diese Einwirkung nicht ununterbrochen, sondern in immer wiederkehrender Abwechselung mit der Trockenheit ausübt, das beweisen durch das Gegentheil hinlänglich diejenigen Gegenstände, welche beständig unter Dach stehen, aber aus einem an sich leicht verwitterbaren Stoffe gebildet sind. Dahin gehören z. B. die im Innern von Gebäuden sich befindenden Steinarbeiten, Statuen u. dergl.; während die äußeren, der Wetterseite zugekehrten, aus derselben Steinart bestehende Wände des Gebäudes mehr oder weniger stark verwittert zu sein pflegen. An den alten Ruinen sieht man die Außenseite durch die Verwitterung oft tief benagt, während geschützte Gewölbe innerlich oft das Ansehen haben, als seien sie erst vor kurzer Zeit gemauert worden.

Der Augenschein lehrt, daß das größte Feld für die zerstörende Macht

der Verwitterung die Felsen darbieten und ebenso lehrt der Augenschein, daß sich hier die verschiedenen Felsarten verschieden verhalten, die Verwitterung bald begünstigen, bald ihr länger widerstehen.

Dieses verschiedene Verhalten der Felsarten ist durch mancherlei Umstände bedingt. Einmal durch die Löslichkeit ihrer Masse in kohlensäurereichem Wasser; durch die Zusammensetzung vieler aus mehreren verschiedenen Steinarten, z. B. Granit aus Glimmer, Feldspath und Quarz; durch die Art ihres Gefüges und demzufolge ihres Bruches; durch die Lagerung ihrer Schichten und endlich durch den verschiedenen Grad der Zerklüftung.

Der Grad der Auflöslichkeit durch Wasser ist natürlich bei Felsarten, die blos aus einer Steinart, wie z. B. die Kalkfelsen blos aus kohlensaurem Kalke bestehen, von erheblichem Einflusse auf die Verwitterung. Feuerstein oder Quarz, reine Kieselsäure (d. h. Kieselerde und Sauerstoff) lösen sich kaum merklich in Wasser auf und um diese Steinarten in fein gepulvertem Zustande aufzulösen, ist das tausendfache Maaß von sehr kohlensäurehaltigem Wasser erforderlich, während 460 Theile Wasser ausreichen, um 1 Theil Gyps aufzulösen*). Solche Berge, welche aus einem sehr schwer auflöslichen Gestein bestehen, zeigen daher meist glatte Wände und an ihrem Fuße und an ihren Seiten vermißt man den reichlichen Schutt kleinerer Brocken, während große Blöcke häufiger sind, die sich nach den Klüften ablösten und viele Jahrhunderte hindurch liegen, ohne merklich kleiner geworden zu sein.

Sind die Felsarten, wie der Granit, der Gneis, Syenit, Porphyr und andere, aus verschiedenen Steinarten zusammengesetzt, so kann dieses in zweierlei Weise von Einfluß auf die Verwitterung derselben sein. Das Wasser vermag auch in die allerfeinsten Spalten und Rißchen einzudringen, wie man dies sonst mehr als jetzt an ordinären Steinguttellern und Schüsseln, die lange im Gebrauche gewesen sind, sehen konnte. Die Glasur bekam durch den häufigen jähen Wechsel von Hitze und Kälte außerordentlich feine Spalten, sogenannte Haarrisse, in welche dann das Wasser eindrang und durch ihm beigemischte färbende Stoffe so nach und nach ein feines Netzwerk von Rißchen darauf malte. Im Granit sind die drei Bestandtheile

---

*) Daß in Wasser gerührter Gyps blos einen Gypsbrei, in welchem die Gypskörnchen unaufgelöst schwimmen, aber keine Gypsauflösung giebt, versteht sich wohl von selbst.

Quarz, Feldspath und Glimmer in krystallinischer Form zwar sehr innig und ohne bemerkbare Fugen mit einander verbunden, aber doch nicht immer so innig, daß nicht von der Oberfläche herein das Wasser nach und nach eindringen könnte. So muß nun theils durch die auflösende Kraft des Wassers, theils durch die Ausdehnung beim Gefrieren, wenn auch sehr langsam aber doch allmälig eine Erweiterung dieser Fugen und zuletzt ein Auseinandertreiben dieser Gemengtheile und so ein Zerfallen des Gesteins erfolgen. Daher besteht der Verwitterungsschutt granitischer Gesteine neben größeren Brocken aus einem grobkörnigen Sande, dessen Körner die auseinandergefallenen Krystalle sind. Eine zweite Begünstigung der Verwitterung durch die Natur zusammengesetzter Felsarten liegt darin, daß der eine der Gemengtheile leichter auflöslich ist, als die übrigen. Dieser löst sich dann auf, wittert heraus, wie der Kunstausdruck ist, und es besteht dann das Verwitterungserzeugniß aus den losen Stückchen der anderen, schwerer löslichen Bestandtheile. Bei dem Granit lösen sich die Feldspathkrystalle am schnellsten auf und es bleiben blos die Quarzkrystalle und die metallisch glänzenden Glimmerblättchen übrig.

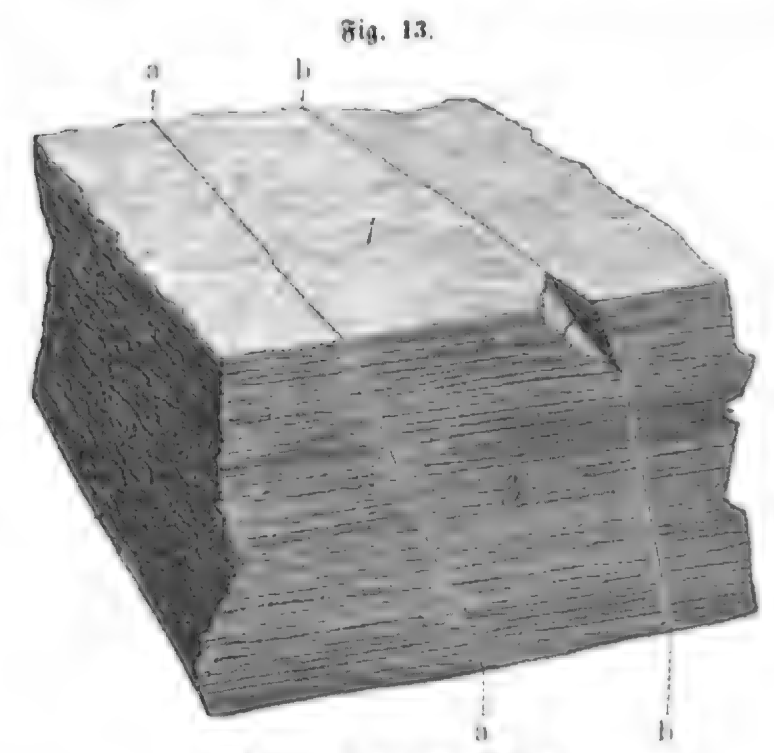
Dieser theilweisen Verwitterung und Auflösung mancher Granite und Porphyre verdanken wir den Rohstoff eines wichtigen Gewerbszweiges — der Porzellanfabrikation. Nachdem der unglückliche Adept Böttger die Unausführbarkeit seiner vermessenen Verheißung, Gold zu machen, im Kerker zugestehen mußte, warf er sich mit aller Energie seines geringen chemischen Wissens auf die Herstellung des damals unerreicht dastehenden chinesischen Porzellans. Im Jahre 1709 endlich gelang es ihm, dasselbe weiß aus dem Ofen hervorgehen zu sehen. Er verdankte dies der Anwendung einer feinen weißen Thonerde, die man ihm von Aue bei Schneeberg in Sachsen gebracht hatte. Diese Erde war ein Geschenk der Verwesung, denn die Zersetzung der Gesteine durch die Verwitterung ist vom chemischen Gesichtspunkte dasselbe wie die Verwesung von Thieren und Pflanzen. Käme uns hierbei die Verwitterung nicht zu Hülfe, würden wir diesen edelsten Stoff zu unseren hunderterlei Geschirren nicht haben, oder Porzellangeschirre würden theuere Luxusgegenstände geblieben sein. Die Porzellanerde, wissenschaftlich Kaolin genannt, ist das Produkt des einen der schon mehrmals genannten Gemengtheile des Granits und einiger anderer zusammengesetzter Felsarten, namentlich vieler Porphyre. Dieser Gemengtheil ist der Felsspath und namentlich

diejenige Unterart desselben, die den Namen Orthoklas führt. Er wird durch allmälige Auflösung in eine sehr feine, zerreibliche, röthlich-, gelblich- oder grünlich-, selten schneeweiße Erde verwandelt. Die Quarzkrystalle und Glimmerblättchen lassen sich dann theils leicht künstlich durch Abschlämmen der Porzellanerde absondern, theils hat das die Natur selbst gethan, denn man findet die Erde zuweilen in mächtigen Lagern fast ganz rein. In der Umgegend von Macao sind die Granitberge in dieser Weise so stark verwittert, daß sie von weitem wie mit Schnee bedeckt aussehen. Diese natürliche Vorarbeit zur Porzellanfabrikation findet sich an vielen Orten der Erde. Aus Granit ist der Kaolin entstanden in Aue, bei Karlsbad, Limoges in Frankreich, St. Stephens und St. Austell in Cornwall. Bei Seidlitz bei Meißen, Sornzig bei Mügeln und Rasephas bei Altenburg entstand er aus zersetzten Porphyren.

Das Gefüge einer Felsart kann die Verwitterung gar sehr begünstigen. Ist es ein ganz dichtes, nach allen Richtungen hin gleichmäßig inniges, wie bei dem Marmor, so wird die Verwitterung dadurch nicht begünstigt; dies geschieht jedoch, wenn, wie bei dem Thonschiefer, das Gefüge ein schieferiges ist, wodurch das Eindringen des Wassers zwischen die Schieferplatten, wenn sie auch noch so dicht zusammenhängen, befördert wird, so daß sich solche Felsarten an der Oberfläche in dünnen Platten ablösen, die dann oft massenhaft am Fuße solcher Berge liegen.

Neben dieser verschiedenen Art des Gefüges, welches von der Bildungsweise des Gesteins abhängig ist, findet sich immer auch noch eine mehr oder weniger ausgebildete Klüftigkeit desselben, wodurch das Zerfallen der Felsarten in meist geradflächige Stücke veranlaßt wird. Fig. 13 soll uns dies veranschaulichen. Sie stellt einen Schieferblock vor, von welchem wir drei Seiten (1. 2. 3.) übersehen können. Durch den Block gehen zwei vollständig durchgehende Sprünge (aa und bb), wie man es im gewöhnlichen Leben nennen würde; die Wissenschaft nennt sie Klüfte. In ihnen hängen die drei Theile des Blockes, welche sie bilden, dennoch zusammen, weshalb es keine Sprünge sein können, da sonst die drei Stücke von selbst auseinander fallen würden. Loser ist allerdings in diesen Klüften der Zusammenhang, denn ein mäßiger Hammerschlag auf die Fläche 1 würde den Block in drei Theile zerfallen machen, deshalb sind auch die Seite 2 und die ihr gegenüberliegende eigentlich kaum so wie sie gezeichnet sind, d. h. die Schieferlage gewaltsam

Fig. 13.



Schieferblock mit zwei Klüften.

quer durchschneidende herzustellen, weil durch die dazu erforderliche Gewalt der Block wahrscheinlich in den Klüften aa und bb sich in drei Theile gelöst haben würde, anstatt in Seite 2 und der dieser gegenüberliegenden zu brechen. Die vordere Seite (3) ist eine sogenannte Kluftfläche, das beweist die obere ganz gerade Kante derselben, da die Klüfte in Schichtgesteinen meist geradflächig verlaufen. An dieser geraden Kante ist nach Maaßgabe der Kluft bb ein Eckchen von dem mittleren Theilstücke des Blockes abgebrochen. Ich benutze diese Figur zugleich noch zur Erläuterung von einigen Verhältnissen, welche bei geologischen oder vielmehr geognostischen*) Studien von Wichtigkeit sind. Die drei sichtbaren Seiten sind diejenigen, in welchen der Block mit dem Schieferfelsen zusammenhing, und in welchen er sich beim Brechen aus diesem Zusammenhange gelöst hat. Man nennt sie daher Bruchflächen. Alle drei Bruchflächen sind aber unter einander verschieden. Die Fläche 1 läuft mit der Schieferung parallel und es war daher leicht, in ihr den Block, gewisser-

*) Geologie und Geognosie, zwei im Grunde ziemlich gleich bedeutende Wörter — Erdlehre, Erdkunde — werden doch in der Wissenschaft unterschieden. Geologie ist der weitere Begriff für die Lehre von der Natur (Entstehung und Geschichte) des Erdkörpers; Geognosie dagegen die Lehre von den verschiedenen Felsarten, welche die Erdrinde zusammensetzen, daher nur eine Theil der Geologie.

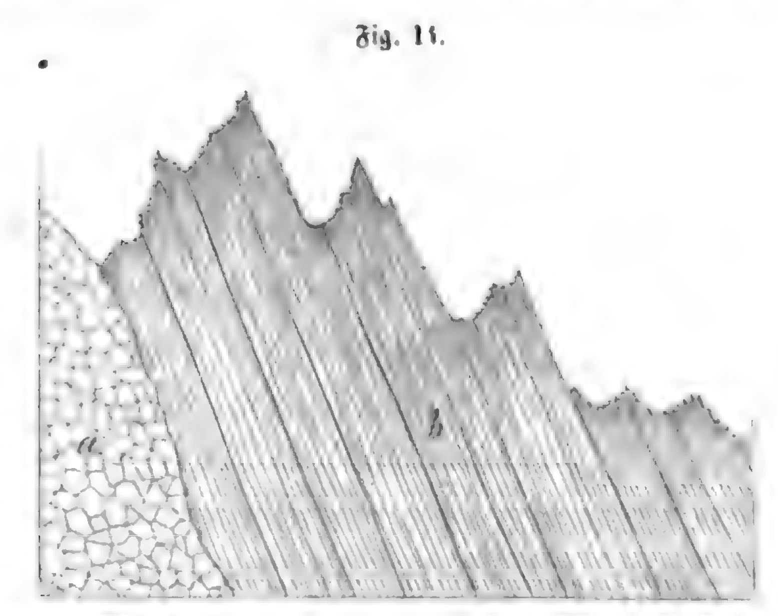
maaßen wie beim Holze durch Spaltung abzulösen. Diese Fläche bildet einen sogenannten frischen Bruch, weil er vorher in der Felsmasse nicht schon als Kluft vorbereitet vorhanden, sondern durch die Schieferlage nur erleichtert war. Die Fläche 2 ist genau quer durch die Schieferung gegangen und ist ebenfalls aus demselben Grunde ein frischer Bruch. Dagegen kann Fläche 3 kein frischer Bruch sein, weil wir sie eben bereits als eine der beiden Flächen einer schon vor dem Brechen des Blockes zwischen ihm und dem anstehenden Felsen vorhandenen Kluft kennen gelernt haben. Jedes für eine geognostische Sammlung bestimmte Stück muß frischen Bruch haben, weil Kluftflächen meist durch Entfärbung, Zersetzung oder eine dünne Schicht einer besonderen Kluftmasse kein reines Bild von der inneren Beschaffenheit der Felsart gewähren.

Wie diese Klüfte von Einfluß auf das Zerfallen der Felsen sein können, das ist nun leicht begreiflich. Das atmosphärische Wasser dringt leicht in dieselben ein und löst, vorzüglich beim Gefrieren durch Ausdehnung, den ohnehin lockeren Verband auf. Eigentlich liegt dies schon nicht mehr innerhalb des Gebietes der Verwitterung, weil es diese mehr mit der Auflösung oder wenigstens mit der Trennung des feineren inneren Gefüges fester Körper in ihre feineren Bestandtheile zu thun hat. Es ist dies mehr ein Zertrümmern. Jedoch findet hierbei natürlich auch eine, jedoch viel weniger in die Augen fallende Verwitterung statt.

Endlich ist noch von erheblichem Einflusse auf die Erfolge der Verwitterung, jedoch vorwaltend ebenfalls mit der eben hervorgehobenen Bedeutung als Zertrümmerung, die Lage, in welcher geschichtete Felsarten sich befinden. Dieselben sind vielleicht ohne Ausnahme durch Niederschläge in Meeren oder Seen entstanden, und müssen daher, wenn sie ungestört geblieben sind, in horizontaler Lage sich befinden, so wie der Block Fig. 13 dargestellt ist. Dann bildet die oberste Schicht natürlich für alle unteren ein schützendes Dach gegen das Eindringen des atmosphärischen Wassers, und es bleibt diesem nur der Weg durch die Klüfte (siehe Fig. 13 aa. bb.). Aber nur wenige Schichtenablagerungen sind vollkommen in dieser ruhigen Lage ihrer Entstehung geblieben, sondern früher oder später durch eruptive Gesteine emporgehoben und in mehr oder weniger schräge Lage versetzt werden. Dabei wurden die größten und mächtigsten Schichtensysteme oft in ländergroße Schollen zer-

trümmert und diese oft sehr steil aufgerichtet und an den Seiten des emporgestiegenen Berges angelehnt. Fig 14 macht uns das anschaulich. Sie stellt ein sogenanntes Profil, einen senkrechten Durchschnitt durch ein Stück der

Fig. 14.



Aufgerichtetes Schichtensystem. a eruptives oder Massengestein; b Schichtgestein.

Erdrinde dar. Das eruptive Massengestein a hat das Schichtensystem b durchbrochen, emporgehoben und an seiner Seite steil angelehnt. Die zackigen Umrisse an den Bergspitzen der Schichten erkennen wir leicht als die Bruchflächen der Scholle, deren entsprechende Hälfte links von a liegen muß. Diese Bruchflächen — die Wissenschaft nennt sie die Schichtenköpfe — sind sämmtlich aufwärts gerichtet und verstatten so dem atmosphärischen Wasser sehr leicht das Eindringen in die Schichtenfugen und das Auseinandertreiben der Schichten. Daher zeigen sich alle Gebirge, welche auf diese Weise entstanden sind, so weit sie eben aus geschichteten Felsarten bestehen, aus zahllosen oft nadelspitzen Felsen und scharfen Kämmen zusammengesetzt. Wir werden später sehen, welchen Einfluß diese Bergbildung auf das Erscheinen der Quellen hat und haben muß. Von der beschriebenen Art ist zum größten Theile die Bildungsweise der ungeheuren Montblanc-Kette. Die himmelhohen scharf zugespitzten Nadeln desselben, welche deshalb auch Aiguilles heißen, bestehen aus steil aufgerichtetem Gneis, dessen Gefüge ebenfalls schieferig ist.

So sehen wir denn, daß die Berge in manchen Punkten es dem atmosphärischen Wasser selbst leicht machen, sie zu zerstören oder wenigstens theilweise abzutragen. Einiges Nachdenken wird noch mancherlei andere begünsti-

gende Bedingungen dafür auffinden, z. B. ein besonders feuchtes Klima, eine Richtung der Schichtenköpfe gegen den herrschenden Regenwind u. s. w.

Bei diesem Zerstörungswerke hat das Wasser Millionen kleiner Bundesgenossen, die noch viel ohnmächtiger scheinen, als ein fallender Regentropfen oder selbst als die unsichtbar kleinen Nebelbläschen. Es sind dies die Pflanzenwurzeln, die sich im Großen wie im Kleinsten dabei betheiligen. Wer hätte nicht schon in einem der vielen malerischen Felsengelände unserer schönen deutschen Waldgebirge steile oder ganz senkrechte Felsenwände gesehen, auf welchen die vielfach verzweigten Wurzeln eines oben an seiner Kante stehenden Busches oder Baumes dicht anliegend herunterhängen, als hätten sie es gegen ihre Natur einmal vorgezogen, am Lichte zu wachsen. Sie waren aber die Keile, welche sich hier in einer Kluft einzwängten, durch ihr Wachsthum diese immer mehr erweiterten und zuletzt den Felsen auseinander trieben. Wenn wir darauf achten, werden wir meist das abgesprengte Felsstück, oft hunderte von Centnern schwer, nicht weit davon liegen sehen. Die Pflanzenwurzeln sind hier sogar weniger als die Bundesgenossen, sie sind nur die ausübenden Hände des Wassers. Denn das in ihren Zellen zu Leben und Gestaltung treibende Wasser ist die eigentliche felszersprengende Gewalt. Es bedarf dazu nicht einmal lebender Pflanzen. In den Steinbrüchen bedient man sich zuweilen folgenden Mittels, um große Blöcke vom Felsen abzulösen. Da, wo ein Block vom Felsen abgesprengt werden soll, wird eine ziemlich tiefe und breite Rinne gemeiselt, in welche man dann ein ganz trocknes Balkenstück einkeilt und dann die Rinne voll Wasser gießt. Die Holzzellen saugen sich voll Wasser und da sie dadurch aufschwellen, wofür ihnen aber in dieser Klemme kein Raum übrig bleibt, so schaffen sie ihn sich mit Gewalt, indem sie den Block lossprengen. Von dieser großen Gewalt der durch Wasser aufquellenden Pflanzenzellen kann man sich leicht überzeugen, wenn man eine bekanntlich sehr feste Champagnerflasche ganz mit Erbsen füllt und dann Wasser in die Zwischenräume gießt. Nach kurzer Zeit zersprengen die quellenden Erbsen die Flasche.

Der Geognost, der für seine Sammlung kleine Stücke von Felsarten mit seinem besonders dazu gestalteten und gehärteten Hammer zurecht (Formatstücke) schlägt, begegnet oft ganz ungeahnet den Wurzeleindringlingen. Sein Schlag trifft eine von ihm gar nicht einmal bemerkte Kluft und

siehe da, ihre Flächen entlang schlängelt sich ein Geflecht feiner Pflanzenwurzeln.

Man muß auf den Alpen mit aufmerksamen Blicken die Felsenwände angesehen haben, um diese Genossenschaft zwischen Wasser und Pflanzenwelt in der Abtragung der Felsen zu würdigen. An allen nicht ganz trocknen Stellen sind die meisten Klüfte und Spalten der Felsen mit den grünen Dämmchen und Polstern der Moose und zierlichen Alpenpflanzen überzogen, deren Wurzeln immer tiefer dringen und so zuletzt die Zerklüftungsbrocken absprengen. Und immer ist das Wasser die treibende Kraft dieses Zerstörungswerkes.

Nirgends tritt uns die Betheiligung der Pflanzenwelt an der Abtragung der Berge deutlicher vor Augen, als in einem Gebirgswalde. Wenn wir namentlich die hohen Waldbestände durchwandern, von welchen die sanft gewölbten Kuppen unserer deutschen Waldgebirge, z. B. des Odenwaldes, Erzgebirges, des Taunus, Schwarzwaldes u. s. w. bekleidet sind, so denken wir meist nur an die schöpferische Kraftfülle der Natur, welche hier die ragenden Stämme hervortrieb. Wir wissen oft nicht, welch fördersames Zerstörungswerk tief unten ununterbrochen stattfindet. Hätten wir dann allemal mit Hacke und Schaufel bewaffnete Hände zur Verfügung, so würden wir sehen, wie tief man wühlen muß, oft zwanzig und mehr Fuß, um bis auf den noch fest in seinen Fugen zusammenhaltenden Felsengrund zu kommen. Bis dahin hatten wir lose über einander geschichtete große und kleine Blöcke zu beseitigen; zwischen ihnen finden wir eine schwarze Holzerde, deren Abstammung sich durch zahllose verrottete Holzstückchen und andere Pflanzenreste zu erkennen giebt und in welcher immer tiefer die zuletzt zu feinsten Saugwürzelchen werdenden Baumwurzeln eindringen. Eine feuchte kalte Moderluft entströmt den dunkeln Gemächern, die wir für Gräber halten möchten, da sie doch die Stätten sind, wo für nachkommende Geschlechter die Bedingungen des Lebens bereitet werden. Vielleicht brauchen wir nicht weit zu gehen bis zu einer höher gelegenen Kuppe, welche unbedeckt emporragt. Sie überzeugt uns vollends, wenn wir es nicht schon sind, von der Mitwirkung der Pflanzenwelt bei der Abtragung der Berge; denn wir finden hier die kahlen Blöcke trocken und bis tief hinunter ohne Erdausfütterung über einander gehäuft. Selbst die Moose finden es hier nicht feucht genug, und nur

schwächliche Gräser und einige Halbsträucher sprießen aus den Fugen der Blöcke hervor, welche gegen den Hochwald machtlos erscheinen.

So erhält sich der Bergwald, wenn er erst allmälig Besitz von seinem Felsenboden genommen hat, die Fruchtbarkeit desselben; er fesselt in ihm das Wasser, welches den Stein auflöst, von dessen Stoffen er lebt.

Einen sehr belehrenden Aufschluß über das Vorschreiten der Verwitterung gewähren die Steinbrüche, welche man oft in durchaus mit Feldbau bedecktem Hügellande findet. Die schwellenden Hügel bergen den Felsen unter einer meist nur wenige Fuß tiefen Schicht von Erde, die nach unten an Dunkelheit der Färbung (an Humusgehalt) immer mehr ab, dagegen an anfangs kleinen und dann immer größeren eckigen Steinen immer mehr zunimmt; in umgekehrter Folge nach oben hin. Das sind die lehrreichsten Werkstätten der Felsenverwitterung, und Fig. 15 giebt uns das Bild einer solchen. An demselben

Fig. 15.

Digitized by Google

sehen wir in der Mitte der gegenüber liegenden Felswand einen bisher noch nicht erwähnten die Zerfällung der Felsen begünstigenden Umstand angedeutet. An dieser Stelle ist nämlich von den Bestandtheilen einer zusammengesetzten Felsart, wie das sehr oft vorkommt, der am leichtesten lösliche bei der Bildung derselben schichtweise ausgeschieden worden. Diese ist hier nun herausgewittert und hat die oben überhängende Bank unterhöhlt. An Fig. 15 sehen wir demnach an der quervorliegenden Felswand in der Mitte eine Aushöhlung, durch deren immer tieferes Eindringen die oberhalb derselben liegende Felsmasse, ihrer Stütze beraubt, von Zeit zu Zeit abbricht und herunterstürzt. Oben sehen wir unter der Grasnarbe zunächst den dunkeln Streifen humusreicher Erde, dann einen hellen humusarmen und dann den todten Felsen nach unten in immer größere Stücke zerklüftet.

Finden sich solche leicht lösliche Zwischenlager in geneigten Schichtensystemen, so kommen durch allmäliges Erweichen und Auswaschen derselben die oberen Schichten in Bewegung.

Diese Art der Felsenauflösung bedingt die augenfälligsten und zugleich verderblichsten Umgestaltungen der Erdoberfläche. Dadurch kommen nicht blos einzelne hausgroße Felsstücke, sondern ganze Felswände, ja ganze Parthien eines Berges zum Sturze. Wem wäre der Name Goldau nicht bekannt, jenes unglücklichen Dorfes am Fuße des Roßberges am Lowerzer See, welches am 2. Sept. 1806 mit gegen 1000 seiner Einwohner unter Felsentrümmern begraben wurde. Die thalabwärts geneigten mächtigen Nagelfluhebänke ruhen dort auf Thonschichten. Anhaltender Regen war in den Klüften der Nagelfluh bis auf die Thonschichten hinabgedrungen, hatte diese aufgequellt und dann rutschte auf dieser schlüpferigen Bahn ein großer Theil der nördlichen Seite des 4600 F. hohen Roßberges hinab in das blühende Thal und in den Lowerzer See hinein, der dadurch aus seinen Ufern gedrängt wurde und große Verheerungen anrichtete.

Man nennt solche Ereignisse Bergschlipfe, und wir sehen, daß sie mit der Verwitterung blos den Erfolg gemein haben. Das Wasser wirkt hier in anderer Weise, blos die Bahn der Bewegung ebnend. Es handelt sich bei den Ereignissen von Bergschlipfen nicht um das innere Gefüge, die feinen Klüfte und Spalten der bewegten Gebirgsarten, sondern nächst der Neigung

der Schichten um die Verbindung und Auflagerung der einzelnen, am meisten der geschichteten, Glieder der Gebirgsmassen.

Die Massen, welche das Wasser durch Verwitterung und Zerklüftung abnagt, schwemmt es theils, theils stürzen sie von selbst in die Tiefe und verfallen der aufbauenden Thätigkeit des Wassers, von welcher wir weiter unten ausführlicher zu sprechen haben.

Neben der Verwitterung, wobei das Wasser mehr zerkleinernd und nur untergeordnet auflösend wirkt, ist noch ganz besonders der auflösenden Thätigkeit des Wassers zu gedenken. Indem es sich mit flüssig gemachten festen Stoffen beladet, thut es dies in der Hauptsache an unserer Beobachtung unzugänglichen Orten, an den Geburtsstätten der Quellen, seien diese Kinder des Alpengebirges, seien sie heißblütige Sprudelköpfe, die aus dem Erdinnern empor brausen. Da diese nicht selten in ansehnlichen Massen die aufgelösten Stoffe auf der Oberfläche der Erde als Felsengestein wieder ausscheiden, so verweisen wir ihre Würdigung ebenfalls bis zur Betrachtung des Wassers als aufbauender Macht.

Wenn die Erfolge des in der Verwitterung wirkenden Wassers der unmittelbaren Beobachtung meist entgehen und nur in der langjährigen Anhäufung sich bemerkenswerth summiren, so vermag die rohe mechanische Wassergewalt hierin Staunenerregendes zu leisten, und zwar entweder in ununterbrochen dauernder, in periodischer oder in plötzlich auftretender Machtentfaltung. Das Wasser schafft dann gewissermaaßen die Werke seiner langsam wirkenden Verwitterungsthätigkeit bei Seite, um Raum für neue Verwitterungsarbeit zu bekommen.

Jedes laufende Wasser übt einen umgestaltenden Einfluß auf seine Bahn aus, wobei natürlich die Beschaffenheit dieser letzteren selbst eine begünstigende oder hemmende Betheiligung hat.

Der kleine Bach, welchen die tadelnswerthe Lässigkeit des Landmannes nach Lust und Belieben in mäandrischen Linien durch seine Wiesengründe ziehen läßt, raubt bald rechts bald links ein Stückchen Wiesenland, welches er unterwusch bis es zuletzt abbrach und in sein Bett stürzte, so daß nun der Muthwillige zum Schaden des Besitzers sich einen neuen Weg darum wühlen muß. Es sieht das recht poetisch aus; aber der Landmann sollte an passenderem Orte poetisch sein.

Am 25. Aug. 1856 fand ich in dem unteren Theile des kleinen Melchthals im Kanton Unterwalden eine Fläche von wenigstens ¼ □ Stunde bis 1 Elle hoch mit Steinschutt von Kopfgröße und darüber bedeckt, welchen einige Tage vorher ein Gebirgsbach, die kleine Melch, nach einem Platzregen herabgeschwemmt hatte. Viele hunderte von Wagenladungen werden kaum das wieder beseitigen können, was das Wasser in wenigen Minuten hier aufgehäuft hatte.

Hier sind auch die oft sehr verderblichen Schlammströme zu erwähnen, welche nach anhaltendem Regen oder plötzlich stattfindendem Abschmelzen großer Schneemassen in Gebirgen hier und da sich ergießen. Sie ereignen sich am häufigsten in solchen Gebirgen, deren Gestein Glimmer- oder Talkschiefer ist, deren Verwitterungsmassen mit Wasser gemischt einen zähen Schlamm bilden.

Am andern Ende der langen Reihe von verschiedenen Kraftmaaße entfaltenden fließenden Gewässern steht der mächtige Strom, welcher ganze Flächen fortzureißen oder halbe Ortschaften umzustürzen und ihre Trümmer und Leichen unter Schlamm und Sand zu begraben vermag. Wir werden weiter unten bei Betrachtung der Gletscher durch Zahlen das überraschend große Ergebniß durch Wassertransport bewegter Sand- und Schlamm-Massen nachgewiesen finden.

Gegen die bewegende Arbeit des Wassers sind die Werke der menschlichen Massenbewegung verschwindend klein, so stolz wir auch von „Wunderwerken der Welt“ reden. An der größten Pyramide Aegyptens sollen 63,000 Menschen 20 Jahre lang gebauet haben. Der Inhalt derselben beträgt noch nicht ein Milliontel einer Kubikmeile. Alles, was das Menschengeschlecht seit 6000 Jahren an Baustoffen bewegt hat, würde zusammen immer noch nicht den Raum einer Kubikmeile ausfüllen. Der Ganges allein bewegt aber jährlich über 1 Kubikmeile Wasser in das Meer, in welchem ungefähr 1 Procent Schlamm enthalten ist, welcher ausreichen würde, 250 □ Meilen 1 Fuß hoch zu bedecken. Dieser eine Fluß bewegt also in 100 Jahren mehr feste Masse, als das ganze Menschengeschlecht in 6000 Jahren bewegt hat. Selbst unser klarer Rhein, dessen Wasser nur 1/10000 Sand führt, würde jährlich 1/11 □ Meile 1 Fuß hoch damit bedecken können.

Daß das Meer, dessen Strömungen wir zum Theil schon kennen gelernt

haben, fortwährend an den Küsten nagt oder vom Sturme gepeitscht und vom Monde zur brandenden Fluth emporgerissen — Massen davon verschlingt, davon geben alle Küstenländer Kunde.

Die Küsten der Ostseeländer sind in dieser Hinsicht mit besonderer Aufmerksamkeit erforscht worden, und bieten für den Erdgeschichtsforscher eine Menge lehrreicher Erscheinungen dar.

Das buchten- und inselreiche Scandinavien und die dänischen Lande tragen von allen europäischen Ländern am unverkennbarsten die Spuren der Machteinwirkung des Wassers an sich. Die tief in das Land einschneidenden Fjorde Norwegens, die zahlreichen, Schweden durchfurchenden und dessen Küsten einbuchtenden Flüsse, größtentheils aus Alpenseen entspringend und über zahlreiche Felsenstufen herabschäumend, lassen überall das Land unter dem gestaltenden Einflusse des Wassers erscheinen. Das Wasser ist es auch, wodurch Scandinavien zum Geburtslande eines großen Theiles von Nordost-Deutschland geworden ist. So sonderbar es klingt, so ist es doch buchstäblich wahr: ein Theil Norddeutschlands ist skandinavischen Ursprungs.

Ein Blick auf eine gute Landkarte und die Erinnerung an die fast sprichwörtlich gewordene Ebenheit des norddeutschen, an Flüssen und Landseen so reichen, Bodens gegenüber den lückenvollen Felsengestaden Scandinaviens macht dies beinahe allein schon glaublich. Zur Gewißheit wird es jedoch, wenn man sich überzeugen muß, daß die unermeßlichen Ablagerungen von Sand und Thon Norddeutschlands nicht aus dem Süden stammen können, da man sich im Süden vergeblich nach Felsengebirgen umsieht, deren Gestein mit den zahllosen, zum Theil riesigen Blöcken übereinstimmte, welche in weitem südlich greifenden Bogen über Norddeutschland ausgestreut sind, wenn man im Gegentheile genau von denselben Gesteinen die Berge Scandinaviens gebildet findet.

Doch das liegt in dem grauen Gebiete der geologischen Vergangenheit, wenn auch über demselben damals bereits die Morgenröthe unserer gegenwärtigen Erd-Epoche zu dämmern begann; es fällt dies in die sogenannte Eiszeit, einen von der Wissenschaft noch kaum nothdürftig aufgehellten Abschnitt der jüngsten Erdvergangenheit, in welchem nach der langen, milden und fast tropische Anklänge aufweisenden Tertiärzeit eine so gewaltige Vergletscherung im Centrum und Norden Europa's eintrat, daß unsere heutigen

Gletscher, so riesenmäßig wir sie finden, nur als winzige Ueberreste davon gelten können. Jedoch mag de rweiter unten erwähnte Humboldt-Gletscher unter dem 79° nördlicher Breite jenen Gletschern der Eiszeit wenig oder nichts nachgeben.

In jener Eiszeit, deren Ablagerungen man die Drift- oder erratische Formation nennt, fand die Umgestaltung des deutschen Nordostens von Scandinavien, namentlich Sweden her, statt. Die Benennung Eiszeit ist jedoch insofern nicht ganz richtig, als sie einen die ganze Erdoberfläche umfassenden Zustand anzudeuten scheinen könnte, was unangemessen sein würde, da sie nur einen kleinen Theil derselben betroffen hat. Ich verweise hier auf eine Reihe von Artikeln, welche Otto Ule im II. Bande der Natur über die Geschichte der Ostseeländer veröffentlicht hat, denn es würde uns zu weit von dem Ziele dieses Buches ablenken, wollten wir die umgestaltende Macht des Wassers auf dem ganzen Gebiete der Geologie verfolgen. Wir beschränken uns daher hier auf das, was vor unseren Augen das Meer an den Gesichtszügen der Erde zu ändern vermag.

Sandige Ufer sind nothwendig dem umgestaltenden Einflusse des Meeres am meisten ausgesetzt. Die Dünen, an welche wir alle hierbei denken, sind aber nur zum Theil die Werke der Meereswogen, sie sind zugleich ein Spielwerk der Winde. Jeder Orkan ist im Stande, die Strandlinien beträchtlich zu ändern, besonders wenn er gerade auf sie zustürmt.

Aber selbst felsige Küsten unterliegen zuletzt oft der andrängenden Gewalt. Am nächsten liegt uns als Beispiel die kleine Felseninsel Helgoland, welche langsamen aber sicheren Schrittes ihrer Auflösung entgegen geht. Solche vom Meere benagte Felsenküsten zeigen bekanntlich oft die abenteuerlichsten und bizarresten Formen. Schmale Wände und steil aufragende senkrechte oder wie zu augenblicklichem Umsturze geneigte Klippen ragen aus dem brandenden Meeressaume hervor, als verlorene Posten in dem ungleichen Kampfe, oft aber zugleich auch als Sturmböcke zur Sicherung der dahinterliegenden Uferfelsen. Oft sind diese Klippen vom steilen Küstensaume herabgestürzte Felstrümmer, meist jedoch verdanken sie einem anderen Umstande ihre Entstehung. Die Felsenberge sind nämlich sehr oft aus Gesteinen von verschiedener Härte und Dichtigkeit zusammengesetzt. Eruptive Gesteine, wie Granit, Syenit, Grünstein, Porphyr, Basalt, welche aus dem Erdinnern

feuerflüssig emporquollen und die breit aufgerissenen Spalten der von ihnen durchbrochenen Schichtgesteine ausfüllten, bilden so an vielen Stellen der Erdoberfläche ein buntes Geflecht verschiedenartiger innig verbundener Gesteine. Natürlich wird die auswaschende Kraft des tobenden Wellenstrudels mit den weicheren Theilen solcher Felsmassen leichter und schneller fertig. Dann stehen zuletzt die festeren Massen, unter dem Meeresspiegel mit dem Felsengrunde noch zusammenhängend, allein noch da, wie aus den rauchenden Trümmern eines vom Feuer verzehrten Gebäudes nur die Mauern und die Schornsteine noch aufragen.

In der Gruppe der Shetlandsinseln und an der norwegischen Küste stehen, oft weit vom festen Lande entfernt, eine Menge solcher Felsen, in denen wir also die letzten Ueberreste ehemals ausgedehnter Felseninseln erblicken, an denen das unersättliche Meer vielleicht schon seit Millionen von Jahren nagt und bröckelt.

Eine der interessantesten Erscheinungen auf diesem Gebiete der Wassergewalt haben wir in der neuesten Zeit durch den muthigen Führer der letzten, zu Franklin's Aufsuchung ausgeschickten Nordpolerpedition, Dr. Elisha Kent Kane kennen gelernt. In einer mächtigen Bergnische steht wie von Giganten als Denkstein ihrer vom Zeus gestürzten Macht aufgerichtet, eine senkrecht aufragende Säule von 480 Fuß Höhe auf einem 280 Fuß hohen Piedestal. Kane vergleicht sie der Vendôme-Säule und in der That das seinem Reiseberichte beigegebene Bild davon, von welchem Fig. 16 eine etwas verkleinerte Copie ist, bestätigt diese Vergleichung. Die unmittelbare Nachbarschaft des brandenden Meeres und die Beschaffenheit der betheiligten Gesteine erklären dem Kundigen die staunenerregende Erscheinung vollkommen, so sehr der unwissende Aberglaube dabei an Teufelsspuk denken möchte. Die Säule selbst ist Grünstein, eins der härtesten eruptiven Gesteine, während die umgebenden Felsen Kalkschiefer sind. Hier hatte also offenbar eine schmale senkrecht emporgedrungene Grünsteinmasse sich in den Kalkschiefer eingebohrt und nun steht sie frei da, nachdem ringsum der weichere sie einst umschließende Kalkstein aufgelöst worden ist. Kane benannte diese naturwüchsige Riesensäule „Tennyson's Monument“ nach dem düstern Charakter der Poesien dieses Dichters. Sie sollte Kane's Monument heißen, denn der Edle ist an den Folgen der Reisebeschwerden vor Kurzem gestorben, während der abermals vergeblich

Fig. 16.

Gesuchte mit seinen Genossen vielleicht in einem verborgenen Polarwinkel noch ein freudloses Dasein fristet.

Wir können uns leicht noch weitere, von der Beschaffenheit der Uferfelsen abhängige, Bedingungen der Abtragung derselben durch das Meer denken. Horizontal geschichtete Uferfelsen zeigen der Natur der Sache nach abwechselnd, freilich nach langen Zeiträumen, unterhöhlte überhängende Fels-

Digitized by Google

wände, oder wenn diese durch ihr nicht mehr getragenes Gewicht abbrechen, senkrechte Felsenmauern, bis auch diese wieder auf dieselbe Weise unterwaschen und zum Sturze gebracht werden. Auf diese Weise müssen vor der Küste aus den gestürzten Massen riesige Felsendämme sich aufthürmen, welche vielleicht eine Zeit lang das Ufer schirmen, bis ein vom Orkan dagegen gepeitschtes Meer sie hinwegspült.

Schießen die Schichten der Uferfelsen schräg unter den Meeresspiegel ein, so gleiten dann die Wogen an den geneigten Wänden unschädlich und leicht auf und ab und ein selbst weiches Gestein widersteht lange der Zerstörung. Sie weichen gewissermaaßen dem Kampfe mit der Uebermacht aus. Dagegen nehmen ihn diejenigen Uferfelsen förmlich an, deren Schichten schräg aufwärts in das Meer hinausragen, und unter sich demselben einen breiten Anprall darbieten.

Da wir durch die Geologie wissen, daß das heutige Festland in früheren Erdepochen abwechselnd und in verschiedener Ausdehnung vom Meere bedeckt war, an dessen Küsten ähnliche Umgestaltungen und vielleicht mit noch größerem Ungestüm von Seiten des Meeres stattfinden mußten, so bietet sich darin vielleicht eine passende Erklärung der sogenannten Felsenmeere dar, wie man die über große Flächen, selbst auf Hochebenen, ausgestreuten Massen von Steinblöcken nennt, z. B. in der fränkischen Schweiz und im Odenwalde. Dabei darf man jedoch nicht zu schnell in dieser Deutung sein, denn wir werden bei Betrachtung der Gletscher eine andere Veranlassung zu ähnlichen Anhäufung von Blöcken kennen lernen.

Wir schließen noch einige andere zerstörende Wirkungen des Wassers an, welche, mehr unscheinbarer Natur, recht eigentlich in das Bereich des Sprichwortes vom steinhöhlenden Tropfen fallen. Dennoch sind die Ergebnisse sehr oft nicht unerheblich und von überraschender Wirkung.

In Gebirgsländern findet man an den felsigen Ufern steil herabstürzender Bergwässer zuweilen sogenannte Riesentöpfe. Es sind dies tonnenförmige, senkrecht in den Uferfelsen eindringende Aushöhlungen zuweilen von 4—5 Fuß Weite und noch viel beträchtlicherer Tiefe. Ihre obere Oeffnung liegt immer im Niveau des Baches, namentlich in dem seines hohen Wasserstandes. Hunderte von Alpenreisenden gehen achtlos vor einer interessanten Stelle der Aare im Oberhaslithale vorüber, wo neben der Tschingelbrücke zwei Riesen-

töpfe einander gegenüber stehen, ein fertiger und einer, an dem der fleißige Bach noch arbeitet, vielleicht schon seit vielen Jahrzehenden. Ich fand ihn allerdings eben feiernd, denn sein Wasserstand war niedrig. Der angefangene Topf mochte etwa erst einen Fuß tief ausgehöhlt und 4 Fuß weit sein. Der drehende Bohrer lag jetzt ruhig darin: ein etwa kopfgroßer Granitstein. Wenn im Frühjahre und bis zum Sommer der Aargletscher reichlicheres Schmelzwasser liefert und auch die umliegenden Schneeberge hunderte von kleinen Quellen speisen, die alle in das Felsenbett der Aare rinnen, so wird die Oeffnung des in Arbeit stehenden Topfes überfluthet und darin von den mit großer Gewalt herabschießenden Fluthen ein reißender Wirbel hervorgebracht, der den Stein im Kreise herumdreht und so den Felsenblock aushöhlt. Der Zufall ist hier Werkmeister, der eine sich darbietende etwas ausgehöhlte Felsenfläche benutzt, um die langwierige Arbeit zu beginnen. Dort war der Fels und wahrscheinlich auch wenigstens die meisten drehenden Steine ein weißer, feinkörniger, sehr harter Granit, und um den am rechten Ufer stehenden fertigen, großentheils mit sandigem Schlamme ausgefüllten, Riesentopf zu bilden, sind sicher viele hundert Steine verbraucht worden, die sich natürlich schneller abnutzen, als der auszudrehende Felsen selbst. Leichtere Arbeit haben die durch hohe Lehmufer schleichenden Flüsse der Ebene, welche bei einer plötzlichen Biegung sehr oft wenigstens halbkreisförmige Nischen blos durch die Wirbelbewegung des Wassers drehen.

Anders in der Erscheinung und doch auf ganz ähnliche Weise gebildet sind die Karren, deren Name ohne Zweifel auf der Aehnlichkeit mit tief ausgefahrenen Karrengleisen beruht. Die auf stark geneigten ziemlich glatten Felsenwänden herabrieselnden Quellfäden von Schnee- und Regenwasser, welche ohne Zweifel zu gewissen Jahreszeiten ebenfalls groben Sand und kleine Steine mit sich führen, schleifen nach und nach vertiefte Furchen aus, die dann die festen Bahnen für neue immer wiederkehrende Strömchen bleiben, und dem Felsen ein eigenthümliches gefurchtes Ansehen geben.

Bei diesen und ähnlichen Auswaschungen von Felsen durch fortdauernden oder zeitweise unterbrochenen Wasserlauf ist natürlich die Härte und sonstige Beschaffenheit des Gesteins von Einfluß. An solchen vom Wasser ausgewaschenen Felsenwänden sieht man oft erhöhte Knollen oder Kämme hervorstehen, oder Löcher oder Furchen; erstere durch härtere Parthien des Gesteines

(Krystalle, Versteinerungen, Gänge einer härteren Gesteinsmasse), letztere durch weichere veranlaßt.

Man ist leicht geneigt, dieser langsam und allmälig wirkenden Auswaschung des Wassers die Entstehung der Thäler zuzuschreiben; allein wenn es auch viele so entstandene Thäler — die sogenannten Erosions- oder Auswaschungsthäler — giebt, so sind die Thäler doch eben so oft wenn nicht häufiger durch Spaltung der Erdoberfläche und durch Emportreten eruptiver Massen und durch Aufrichtung von Schichtgesteinen entstanden. Eins der interessantesten Beispiele von überraschend schneller Auswaschung selbst eines festen Gesteins, deren Zeitdauer und Ergebniß man genau kennt, findet sich am Fuße des Aetna. Dort hatte ein Lavastrom im Jahre 1603 den Fluß Simeto quer überschritten, und ihn durchdämmt. Gegenwärtig ist dieser Damm von sehr harter basaltartiger Lava von dem Flußwasser wieder durchwaschen und das Bett in mehr als 50 Fuß Breite und 30—40 Fuß Tiefe wieder hergestellt (Fig. 17.).

Fig. 17.

a. Lavastrom. b. Aetnakegel. c. Ehemaliger Boden des Thales. d. Neues Simetobett.
e. Geschichtete Gesteine der Umgebung des Aetna.

In den Wasserfällen vereinigt sich die allmälig wirkende auswaschende mit der jäh zerstörenden Gewalt zu einem oft sehr bedeutenden Ergebnisse. Das großartigste Beispiel bildet der Niagarafall. Er hat durch fortwährendes Zurückweichen seiner Sturz-Stelle seit Jahrtausenden vor sich her eine lange und tiefe Felsengasse ausgehöhlt. Nothwendig muß jeder Wasserfall, der mehr der andere weniger, in stetem Zurückschreiten begriffen sein, indem er die Felsenkante, über welche er herabstürzt, fortwährend abnutzt, namentlich wenn er zu gewissen Zeiten Sand und Steine mit sich fortreißt. Man hat in dieser Beziehung das Zurückschreiten des Niagarafalles bis zu seinem Anlangen am

Erie-See, aus dem er bekanntlich ausfließt, berechnen zu können geglaubt und daran eine Befürchtung großer Ueberschwemmungen geknüpft. Allein Desor hat nach genauen Untersuchungen, die er an Ort und Stelle vornahm, in der „Natur" nachgewiesen, daß das Zurückweichen des Niagarafalles viel langsamer geschehe, als man gewöhnlich annimmt, und daß jenes gefürchtete Ereigniß sogar vielleicht gar nicht oder wenigstens erst in so fernen Zeiten eintreten werde, welche weit jenseit der Grenzen dieses und der nächstfolgenden Geschlechter liegt.

Zweite Hälfte:

Die Gletscherthätigkeit. Lauinen. Aufbauende Thätigkeit des Wassers.

Schneegrenze, Fig. 18, als erste Bedingung zur Gletscherbildung; Schneefeld; Hochschnee, Hocheis, Hochfirn, Tieffirn, Firneis; Firnmulde; Gletschereis, Gletscherkorn, Haarspalten; Gletscherschema, Fig. 19.; Breite und Mächtigkeit des Gletschers, Bewegung und Messung derselben; Zerklüftungen des Gletschers, Bergschrund, Spaltenwerfen, Fig. 20., Randkluft; Gletscherbrüche; Ablation des Gletschers; Moränen, Fig. 21., Gletschertische, Fig. 22.; Oberfläche des Gletschereises, Fig. 23.; Grundmoräne; Besuch eines Gletschers; Gletscherboden; Gletscherbach; Gletscherthor (Taf. IV.) Stollen, Gletscherschliff, Fig. 24.; Ritzung; alte Spuren des Unteraargletschers (Taf. V.); Lauf der Aare bis zum Brienzer See; Gebiete der Gletscherbildung; Humboldt-Gletscher (Taf. VI.); schwimmende Eisberge; Steinfloß, Fig. 25.; erratische oder Findlingsblöcke; Veränderungen in der Gletscherbildung; Alter der heutigen Gletscher; erratische Gletscher; alte Moränenblöcke, Fig. 26; Lauinen: Staublauinen, Bannwälder, Lauizung oder Lahnenrunst, Lauinenbrücke, Roll- oder Grundlauinen.

Niederschläge: Kalktuff, Erbsenstein, Travertin, Tropfstein, Süßwasserkalk, Kieselsinter; — Sedimentbildungen: Verwitterungsschutt, Schuttkegel, Deltabildungen, Uferwälle, Nehrungen, Dünen, Torf, Maartorf; Riffbildungen.

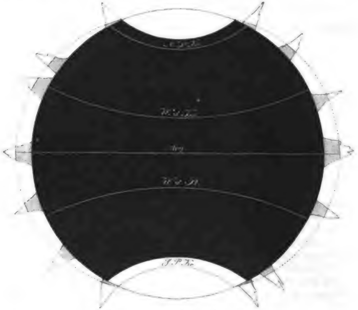
> Von dem, was das Wasser in geschichtlicher Zeit aufgebaut hat, macht der Geolog berechtigte Schlüsse auf den Gang der Gestaltung der Erdrinde; wie der Geschichtsforscher aus Mauerüberresten die frühesten Schritte des Kulturganges der Menschheit zu ergründen sucht.

Bevor wir uns zu der aufbauenden Thätigkeit des Wassers wenden, finde hier noch eine der großartigsten Erscheinungen ihren passenden Platz, welche das Wasser darbietet und dabei Zerstörung und Aufbau verbindet und

die nächstliegende geologische Vergangenheit mit der Gegenwart verknüpft — die Gletscherthätigkeit. Ich wähle absichtlich diese Bezeichnung, weil diese Erscheinung keineswegs allein in den Gletschern aufgeht, sondern noch andere Ergebnisse im Gefolge hat.

Ich schalte hier in Fig. 18 eine schematische Veranschaulichung des Ver-

Fig. 18.



Schematische Darstellung der Schneegrenze.

haltens der Schneegrenze auf dem ganzen Erdenrund ein. Es ist bekannt, daß die Grenze des ewigen Schnees unter dem Aequator am höchsten, und nahe den Polen am tiefsten liegt. Um dies zu veranschaulichen, ist an der Figur beiderseits eine punktirte Bogenlinie angebracht, welche unter dem Aequator am höchsten über den Umfang der Erde liegt und nach den Polarkreisen hin demselben immer näher rückt und diesen zuletzt berührt. Diese Bogenlinie, die man sich über jeden Meridian gezogen denken kann, durchschneidet die natürlich das wahre Verhältniß zum Erddurchmesser sehr überschreitenden Bergfiguren, welche an beiden Kanten der Figur angebracht sind, und deuten so die nach der geographischen Breite abwechselnde Schneegrenze

an. In den Polargegenden liegt die Schneegrenze wenig höher als die Ebene des Meeres, während sie unter dem Aequator 14,400 Fuß hoch liegt.

Die Schneelinie ist nicht, was man eigentlich für selbstverständlich halten könnte, an eine mittle Temperatur von 0° gebunden, sondern sie ist gewöhnlich von einer um mehrere Grade niedrigeren Temperatur begleitet.

Folgende Zusammenstellung, in einer Stufenfolge von dem Aequator nach den Polen hin geordnet, möge den Höhengang der Schneegrenze in einigen Beispielen angeben:

1)	0° unter dem Aequator (Quito)	14,400 F.
2)	2° 18′ Vulcan Puracé in S.-Amerika . .	14,000 „
3)	8° 5′ Sierra Nevada de Merida in S.-Am. .	13,600 „
4)	13° 15′ Abyssinien und Afrika	12,800 „
5)	31° Himalaya Nordabhang	(15,600 „)
6)	„ „ Südabhang	12,100 „
7)	38° 33′ Argäus in Kleinasien	9700 „
8)	46° Alpen	8000 „
9)	53 Unalaschka in Kamtschatka	3200 „
10)	60—62° Norwegen	4600 „
11)	70° Norwegen	3200 „
12)	74° 30′ Báreninsel (Nordeuropa) . . .	500 „

Schon die drei unter 5. 6. und 10. angeführten Fälle deuten darauf hin, daß die Schneegrenze nicht allein von der geographischen Breite abhängt, und daß man für einen bestimmten Punkt der Erde die Schneelinie nicht ohne Weiteres vom Studirtische aus nach der geogr. Breite allein angeben kann. Wir können uns darüber nicht wundern, seitdem wir wissen, daß die Vertheilung der Wärme in dem Luftmeere, eine so bedeutende Bedingung für die Feststellung der Schneegrenze, von den Strömungen des Luftmeeres und des Oceans abhängt. Eben so ist es eine gegen die Theorie streitende Erscheinung, daß in den Polarländern die Schneegrenze nirgends bis an den Meeresspiegel herabtritt. Dabei kann die dreifache Frage entstehen, ob diese Feststellung mehr von der mittlen Sommerwärme, oder von der mittlen Winterwärme oder endlich von der mittlen Jahreswärme abhängig sei. Leopold von Buch hat zuerst darauf aufmerksam gemacht, daß die mittle Sommerwärme hierbei den größten Einfluß ausübt, und dadurch werden auch die

Unregelmäßigkeiten in der Senkung der Schneegrenze nach den polaren Regionen hin leicht erklärlich. In diesen ist die mittle Sommerwärme im Verhältnisse zur mittlen Jahreswärme viel beträchtlicher als nach dem Aequator hin, wo sich dieses Verhältniß mehr und mehr ausgleicht. Länder mit verhältnißmäßig geringer Sommerwärme haben ein gemäßigtes oder Küstenklima und einen außerordentlichen Regenniederschlag, daher hier die Schneegrenze tief liegen muß. Ein Land dagegen, welches ein Continentalklima mit verhältnißmäßig bedeutender Sommerwärme hat, beseitigt nicht nur den Schnee der Berghöhen durch Abschmelzen alljährlich in tiefer herabgehender Ausdehnung, sondern hat überhaupt auch viel weniger atmosphärische Niederschläge. In Norwegen liegen nun diese beiden Gegensätze sehr oft nahe bei einander. Bergen, an der Westküste, hat jährlich 77 Zoll, während Upsala, ziemlich in gleicher Breite aber an der Ostküste nur 16 Zoll jährlichen Regenniederschlag hat. So ist es schon hieraus zum Theil erklärlich, weshalb Norwegen vom 59° 9′ bis 60° 6′ so sehr verschiedene Schneegrenzen hat, deren Ziffern zwischen 3200 und 5000 F. schwanken.

Es kommen zu diesem aber auch noch andere Einflüsse auf die Bestimmung der Schneegrenze hinzu, von denen das größere und geringere Maaß der überhaupt jährlich fallenden Menge von Schnee die nächstliegende ist. Die Lage gegen die Himmelsgegend muß nothwendig denselben Einfluß äußern, da vom Sonnenstande das Wegschmelzen des Schnees wenigstens zum Theil abhängig ist. Daher liegt die Schneelinie an der Nordseite der Alpen gegen 900 F. tiefer als an der Südseite. Einen großen Unterschied bildet es ferner, ob ein über die Schneegrenze hinausragender Berg einzeln im ebenen Lande steht, oder ein Glied einer großen Gebirgsmasse ist. Im ersten Falle muß die Schneegrenze höher liegen, weil die von dem stark erwärmten Tieflande aufsteigende Wärme den Schnee tiefer herab wegschmilzt, wie es z. B. am Ararat mit der bedeutenden Höhe der Schneegrenze von 13,300 F. der Fall ist, während das kältere Höhenklima des Gebirges das Gegentheil veranlaßt.

Die in obiger Aufzählung unter Nr. 5 und 6 auffallende Verschiedenheit der Schneegrenze des Himalaya erklärt sich wieder auf andere Weise. Von Süden her ragt dieses riesigste der Gebirge wie eine ungeheure Mauer aus der Ebene empor, während es im Norden kaum den Eindruck der Alpen macht, da sich hier eine über 12,000 F. hohe Hochebene anschließt. Von Süden

werden die Gipfel von kühlen feuchten Seewinden getroffen, während der Nordabhang vor trocknen und warmen Landwinden liegt. Daher muß an der Südseite die Schneegrenze tiefer herabgehen, als an der Nordseite. Noch auffallender ist die von der aufgestellten Regel abweichende Schneelinie des 16—17° (südlich) vom Aequator entfernten Illimani in Bolivia, welche 15,828 F. hoch liegt. Man findet die Erklärung in der strahlenden Wärme des Hochplateau's, über welchem er sich erhebt und in der trocknen Luft, die ihm überhaupt wenig Schnee spenden kann.

Auch in dem Mitteleuropa einnehmenden Alpenmassif ist die Schneegrenze sehr verschieden. In den Alpen ist sie im Durchschnitte bei 8000 F. anzunehmen, während sie auf der Ortlesspitze bis 7050 F. herabsinkt, weil diese zuletzt plötzlich aufragende Spitze aus einer ungeheuren Schneewüste aufragt.

Aus der nachfolgenden Beschreibung der Gletscherthätigkeit werden wir übrigens abnehmen, daß die Benennung „ewiger Schnee" nicht so verstanden werden darf, daß derselbe Schnee unveränderlich liegen bleibe. Er unterliegt im Gegentheile einer fortdauernden, wenn auch sehr langsamen Beseitigung. Wir sehen dieselbe nur nicht, weil es diese nie bis zu einer völligen Aufzehrung des Schnees bringt und der Verlust durch zu allen Jahreszeiten stattfindende Schneefälle immer wieder ersetzt wird. Man sollte also, wenn man dieses Mißverständniß vermeiden und sich buchstäblich richtig ausdrücken will, sagen: über der Schneegrenze liegt nicht „ewiger" Schnee, sondern liegt „immer" Schnee.

Wir können von der Bestimmung der Schneegrenze, der ersten und unerläßlichen Bedingung zur Gletscherbildung zu anderen nicht übergehen, ohne uns an das Verhältniß zu erinnern, welches zwischen ihr und der Baumgrenze stattfindet. Im Allgemeinen rücken beide nach den Polen hin immer näher zusammen. In Lappland sind sie nur noch 1500 F. auseinander, in Norwegen 1900, in der Schweiz 2700, in den Apenninen und Pyrenäen 3000, am Aetna 4000.

Wenn aber die Lage oberhalb der Schneegrenze die erste Bedingung der Gletscherbildung genannt wurde, so ist die Existenz eines allerdings mit Nothwendigkeit unter dieser Bedingung begonnenen Gletschers nicht in diese Grenze gebannt, sondern er steigt oft mehrere tausend Fuß unter dieselbe herab, wofür später auch einige schweizerische Beispiele angeführt werden sollen.

Die nächste Bedingung ist eine örtliche: eine ausgedehnte, von steilen Höhen umstandene flache, nur wenig nach einer thalabwärts gerichteten Felsengasse geneigte Mulde, in der sich große Massen von Schnee ansammeln können. Diese Mulde bildet das Schneefeld, dessen Größe natürlich im Verhältniß zu dem von ihm ausgehenden Gletscher steht, oder vielmehr ein großer Gletscher setzt ein großes Schneefeld voraus, ein kleiner ein kleines. Von vielen Gletschern muß es für uns bei dieser Voraussetzung bleiben, denn sehr oft ist das Schneefeld unerreichbar tief in den grausigen Irrgewinden zwischen den Alpenhöhen verborgen. Solche Mulden oder Kessel finden sich je nach der Natur des Alpengebirges bald mehr bald weniger zahlreich ausgebildet. Ganz besonders reich ist daran die Schweizeralpen- und die Montblanc-Kette, und mit den von ihnen nach allen Richtungen in die Thalschluchten auslaufenden Gletschern müßte aus großer Höhe herabgesehen ein solches Gebirge wie mit einem zerrissenen weißen Tuche bedeckt erscheinen, durch dessen Löcher die schneefreien schwarzen Bergspitzen hindurchstecken und dessen lange schmale Fetzen in den Thalgassen hinabhängen. Der Gebirgsstock des Berner Oberlandes sendet von den ungeheuren Schneewüsten in der Umgebung des Finsteraarhorns, welche man zu 38 □Stunden schätzt, außer vielen kleinen 12 Gletscher erster Ordnung aus, zum Theil von mehreren Stunden Länge. Nach NW. strahlen vom Montblanc-Körper 7, nach SO. 11 große und außerdem noch eine große Zahl kleinere Gletscher aus.

Der sich in dem Schneefelde ansammelnde Schnee verwandelt sich nach der unteren Grenze desselben hin allmälig in Firn. Der Schnee, der oberhalb der Schneegrenze fällt, ist dem gleich, welcher in der Ebene bei großer Kälte fällt, d. h. er besteht nicht aus großen lockeren Flocken, sondern aus kleinen oft symmetrisch zusammengeordneten Eisnadeln und wird deshalb als Hochschnee besonders bezeichnet. Er ist seiner Beschaffenheit gemäß trocken und beweglich und daher sind im Spätsommer, wenn die unteren sich leichter ballenden Schneemassen längst weggeschmolzen sind, fallende Lauinen Staublauinen, welche aus den Felsenschluchten und über Felsenstufen herabstürzend von weitem genau wie Milchkaskaden aussehen. Daher vermag auch jeder Windstoß von den Kämmen den Hochschnee in den Schneefeldern zusammenzutreiben. Daher auch sieht man selten eine hohe in der Schneeregion liegende Alpenpartie, an der nicht zahlreiche schwarze Felsenkegel und Kämme aus

dem blendenden Weiß emportreten. Dies ist eine Wahrnehmung, welche den die Alpen zum ersten Male Besuchenden überrascht. Man hatte die über der Schneegrenze liegenden Bergspitzen ganz und gar in Schnee gehüllt erwartet, und so würde man es auch finden, wenn der Schnee hier oben wie unser Ebenenschnee zum Zusammensintern geneigt wäre.

Im Hochsommer wird der Hochschnee gefesselt, indem seine Oberfläche durch Thauen sich in eine dünne Eisrinde verwandelt, deren man in seinem Innern durch öftere Wiederholung von Schneefall und Thauen oft viele übereinander findet, von Schichten lockeren Hochschnees von einander getrennt. Bersten alsdann durch die Kälte diese Eisrinden, so werden ihre Schollen von den Winden über die Schneefelder herabgetrieben und man erkennt oft aus der Ferne durch die davon gerissenen Furchen des Schneefeldes dessen stärkste Abdachung. Bei starkem Thauen sickert das Schmelzwasser bis auf die Sohle des Schneefeldes und überzieht hier den Boden und alle Felsen, so weit sie im Schnee stecken, mit dem sogenannten Hocheise, einem ausgezeichnet dichten und glasigen Eise.

Die Bildung des Firn ist dieselbe, wie man sie auch an dem Schnee unserer Ebenen zuweilen beobachten kann, wenn gelindes Thauwetter des Tages durch Nachtfröste immer unterbrochen wird. Die Schneeflocken sintern allmälig zusammen und bilden einen groben sandigen oder körnigen Schnee, der am Morgen in seinen einzelnen Körnern leicht zusammengefroren ist. Auf diese Weise verwandelt sich allmälig der feine sandige Hochschnee zuerst in Hochfirn, weiter unten in grobkörnigeren in sich schon etwas zusammenhängenden Tieffirn und in das schon ganz in seinen Theilen verbundene Firneis, welches nur noch wenig vom Gletschereise verschieden ist.

Alle diese Stufen kann man an unserem Ebenen-Schnee bei langsam erfolgender Abschmelzung als vorübergehende Erscheinung ziemlich genau eben so beobachten. Auch darin findet eine solche Aehnlichkeit statt, daß der Firn eben so wenig die blendende Weiße hat wie der Hochschnee, wie der stark angeschmolzene Schnee unserer Feldfluren schmuziger aussieht, als während der Wintermonate. Dies rührt theils von dem zum Vorschein kommenden und durch Naßwerden dunkler aussehenden Staub, theils von dem Durchsichtigwerden der eisartigen Schneekörner her.

Zur Ausbildung des Firns tragen besonders die im Mai und noch später

fallenden Schneemassen viel bei, indem deren Schmelzwasser den unter ihnen liegenden alten Schnee durchtränkt.

Was die Menge des in den Hochregionen fallenden Schnees betrifft, so beträgt dieselbe bis Anfangs Sommer 40—45 F., welche sich zu einer Firnschicht von 5 bis 7½ F. verdichtet.

Den unteren Theil des Schneefeldes, in welchem der Hochschnee in Firn und Firneis verwandelt wird, nennt man die Firnmulde, welche natürlich eben so wenig nach oben, nach dem Schnee, wie nach unten, nach dem Gletscher, eine scharfe Grenzlinie zeigt, da eben Alles auf allmäliger Umwandlung des Einen in das Andere beruht.

Da demnach die Wärme die bedingende Veranlassung der Eisbildung ist, so reicht auch die Vereisung an denjenigen Theilen des Gletschers, die von der Wärme am meisten getroffen werden, höher hinauf, als an anderen, wo dies nicht der Fall ist. Der eigentliche Anfang des Gletschers liegt also um so höher, je mehr er der Erwärmung durch die Sonne ausgesetzt ist.

Wir können schon aus diesen Bedingungen seiner Bildung errathen, daß das Gletschereis anders beschaffen sein müsse, als das Wassereis. Je nach der geringeren oder größeren Menge eingeschlossener Luft sieht es weiß oder blau. In dem blauen Gletschereise sind die im weißen von der Luft eingenommenen Räume nicht auch von Eis, sondern von Wasser erfüllt, so daß aus den Flächen eines zerbrochenen Stückes blauen Eises fast immer Wasser herabfließt.

Erinnern wir uns daran, daß das Gletschereis das ganze Jahr hindurch einer großen Mannichfaltigkeit der auf dasselbe Einfluß nehmenden Kräfte und Umstände unterliegt, so können wir es nur natürlich finden, daß es von dichtem Wassereise sehr verschieden sein muß. Seine körnige Beschaffenheit, den Einschluß von manchfach gestalteten Luftblasen, seine Wasserdurchtränkung finden wir ganz natürlich, ebenso, daß sich in einer Gletschermasse Bänder blauen, d. h. luftfreien Eises finden müssen, welche sich auf dem Grunde desselben gebildet haben.

In den zauberischen, in blauem Lichte strahlenden Eisnischen des Rosenlaui-Gletschers und einiger anderer fand ich die in fortwährendem Abschmelzen begriffenen Eiswände in überraschender Weise jenen Steinmosaiken ähnlich, welche nicht aus bunten gleich großen Steinstiftchen zusammengesetzt sind

sondern wo ganze Figuren oder einzelne Theile derselben aus einem entsprechend gefärbten Steinstücke geschnitten sind und daher das ganze Bild, wenn man es sich farblos denkt, verschieden große und gestaltete mit gewundenen Linien aneinander stoßende Stücke zeigen würde. Eine solche Eiswand in einer Gletscherspalte zeigt ein landkartenartiges System von gewundenen Linien, die Grenzflächen, an denen die großen und kleinen Eiskörner in den wunderlichsten Krümmungen und Aus- und Einbuchtungen in einander verschränkt sind, so daß, insofern in ihnen zu gewissen Zeiten Millionen feiner Wasserströmchen kreisen, eine gewisse Verschiebbarkeit der ganzen Masse bedingt ist, während die in krummen Linien stattfindende Verschränkung der Theilstücke trotz jener Unzusammenhängigkeit ein Zerfallen derselben verhindert. Die welligen Grenzlinien der Theilstücke des Gletschereises fand ich im August an den beschriebenen Eiswänden immer auch fühlbar und sie schienen durch die aus ihnen zu Tage tretenden feinen Strömchen des die ganze Masse durchtränkenden Schmelzwassers oberflächlich vertieft.

Wenn man einen aus Gletschereis gehauenen großen Würfel auf eine trockne Stelle stellt, so zieht sich das in diesen Adern strömende Wasser in die untere Hälfte, welche dadurch gleichmäßig durchsichtig, die obere entleerte dagegen undurchsichtig und weiß wird. Man hat schon mehrmals dieses Geflecht von Haarspalten, wie man sie nennt, durch Eindringenlassen einer gefärbten Flüssigkeit sehr bestimmt zur Erscheinung gebracht.

Die Bestandtheile der hiermit beschriebenen Masse des Gletschereises nennt man das Gletscherkorn.

Neben dem Geflechte, welches wir also nicht als ein Geflecht von fadenförmigen Röhrchen, sondern von gekrümmten feinen Klüften kennen lernten, finden sich im Gletschereise noch die bereits erwähnten Luftblasen, welche von oben gesehen als rundliche Scheibchen, von der Seite als schmale Striche erscheinen; es sind also plattgedrückte Blasen. Neben diesen regelmäßigen, ohne Zweifel ursprünglich durch Luft veranlaßten Blasen bemerkt man oft andere von unregelmäßig sternförmiger und zackiger Gestalt, welche ich von dem „Gletschermanne“ des oberen Grindelwaldgletschers höchst bezeichnend „Juwelen“ nennen hörte, denn sie glänzen wie Diamanten aus dem Eise hervor. Sie sind vielleicht entleerte, vom Schmelzwasser so unregelmäßig ausgefressene Räumchen.

Die wahre Ursache der Entstehung der Haarspalten ist noch nicht ermittelt; wir können aber denken, daß in der so eigenthümlichen Entstehungsweise des Gletschereises auch ein sie bedingender Akt enthalten sei. Desor und Agassiz behaupten, daß jedes größere Gletscherkorn die darin eingeschlossenen platten Luftbläschen nach einer übereinstimmenden Richtung, und zwar unabhängig von der in dem benachbarten Gletscherkorne, gestellt enthalte. Dies würde nicht nur ein mittelbarer Beweis für die oben bereits angedeutete Verschiebbarkeit der Gletscherkörner sein, sondern auch beweisen, daß sich jedes unabhängig von dem andern gebildet habe.

Hier schalte ich die schematisirte Ansicht eines Gletscherheerdes ein, denn so kann man das Schneefeld nennen, aus welchem ein Gletscher entspringt. Die Fig. 19 zeigt uns in der Vogelschau von dem „Circus" der umgebenden steilen Berge eingefaßt das Schneefeld (S.) und die sich ohne eine trennende Grenze daran anschließende Firnmulde (F.). Vorn sehen wir das Schneefeld und die Firnmulde eines kleinen Seitengletschers, der unten, von einer Bergspitze verdeckt, in den großen einmündet (2). Die Ausdehnung der Schneefelder und Firmulden ist bei vielen Gletschern außerordentlich groß. Nach Schlagintweit beträgt sie bei Gletschern ersten Ranges durchschnittlich 7500 Fuß Weite und 55 Mill. □ Fuß Oberfläche. Am Roseggletscher (einem der Berninagletscher Graubündens) ist die Firnmulde auf 22,500 F. Weite und auf 333 Millionen Quadratfuß Flächenraum geschätzt.

Mit dieser Ausdehnung der Firnmulde steht aber nicht die Breite des Gletschers in einem Maaßverhältnisse (denn diese ist ganz und gar von der Breite seiner Bahn abhängig), sondern nur seine Mächtigkeit, d. h. seine Dicke von der Oberfläche bis auf die Sohle der Gletscherbahn.

Diese Mächtigkeit der großen Gletscher an ihrem Anfange ist noch nicht gemessen. Am Aargletscher erreichte der Bohrversuch, den Agassiz anstellte, bei 200 Fuß noch nicht den Grund desselben. Mit der Sonde erreichte er in Gletscherspalten bei einer Tiefe von 780 F. den Grund noch nicht. Mit Berücksichtigung der Abschmelzung und Bewegung und der Neigung der Thalsohle am Ende des Gletschers berechnet Agassiz die Dicke des Unteraargletschers bei seiner Entstehung durch den Zusammenfluß des Finsteraar- und des Lauteraargletschers zu 1080 oder zu 1380 Fuß. Demnach könnte man

Fig. 19.

S. Schneefeld; — F. Firnmulde; — G. Gletscher.

an dieser Stelle den Thurm der Stephanskirche in Wien etwa 3 mal über einander in den Gletscher vergraben.

Ohne diese Thatsachen zu berücksichtigen ist man geneigt, sich die Mächtigkeit der Gletscher viel unbedeutender zu denken. Wenn man stundenlang auf

Digitized by Google

dem Gletscher hinwandert und zu beiden Seiten die Uferfelsen emporstarren sieht, so kann man sich des Gedankens beinahe nicht erwehren, man gehe auf einer festen Thalsohle hin, während man, wie wir eben erfuhren, vielleicht mehr als tausend Fuß hoch darüber steht. Es geht Einem wie Münchhausen, der sein Pferd an die Wetterfahne eines ganz eingeschneiten Kirchthurms angebunden hatte. Zu dieser Täuschung trägt es wesentlich bei, daß das Ende des Gletschers vielleicht blos eine geringe Höhe hat und man nun unwillkürlich diese Höhe für den senkrechten Durchmesser des ganzen Gletschers hält, während doch die obere wegen der bedeutenderen Höhe und dieser entsprechenden größeren Kälte weniger tief abschmelzende Hälfte des Gletschers mächtiger sein muß als die untere.

Die Länge und Breite der Gletscher ist nicht minder ansehnlich. Der ganze Aargletscher ist 24,000 F. lang, am Anfange 2350 und am Ende 1200 F. breit. Dazu kommt noch die Länge seines Schneefeldes bis an dessen Anfang bei der Strahleck von 24,000 Fuß. So daß also die ganze Ausdehnung vom obersten Saume des Schneefeldes bis an den Fuß des Gletschers 48,000 Fuß, über 2 geogr. Meilen, beträgt. Die Oberfläche des Aargletschers schätzt man auf etwa 86 Mill. □ Fuß und die dazu gehörige Firnfläche auf ziemlich eben so viel.

Diese Maaße sind deshalb von dem Aargletscher entlehnt, weil dieser schon seit langer Zeit der Gegenstand der genauesten Forschungen gewesen ist, namentlich durch Agassiz, C. Vogt, Desor, Forbes und Dollfus. Die Gebrüder Schlagintweit, die gegenwärtig ihre Beobachtungen im Himalaya-Gebirge machen, hatten sich früher hierzu den Pasterzengletscher in Tirol ausersehen.

Wir kehren an den Punkt G unseres schematischen Bildes, zum Anfange des Gletschers zurück.

Es wird uns nicht mehr wundern, nachdem wir die eigenthümliche Entstehungs- und Zusammensetzungsweise des Gletschereises kennen gelernt haben, daß der Gletscher in ununterbrochener B e w e g u n g ist. Diese beruht keineswegs allein auf dem nachschiebenden Drucke des Schneefeldes und der Firnmulde, denn sonst müßten diese entweder, von ihrer eigenen Last abwärts getrieben, mit dem Gletscher abwärts rücken, oder nach dem einmal dem Gletscher gegebenen Anstoße hinter diesem zurückbleiben und der Gletscher selbst

müßte dann bald wieder stehen bleiben, oder fortan seinem eigenen Gewichte folgen. Beide Glieder aber, Gletscher und Firn sammt Schneefeld bleiben immer in innigem Zusammenhange, nur zeitweilig durch vorübergehende Sprünge theilweise getrennt.

Die Bewegung des Gletschers ist nicht ein Gleiten einer zusammenhängenden Masse, wie bei Thauwetter Schneemassen von unseren steilen Dächern herabrutschen, sondern es ist ein wahres Fließen, wobei sich, wenn auch in viel beschränkterem Maaße, die einzelnen Theilchen des Gletschereises eben so verschieben, wie die Wassertheilchen eines Flusses. Wir wissen, daß das Gletschereis dazu angethan ist. Freilich ist die Bewegung nie so schnell, daß man sie sehen könnte. Man kann sie nur durch Signale messen. Am 7. Sept. vor. J. kam ich gerade dazu, als man auf dem Unteraargletscher eine neue Signalstange aufstellte. Diejenige, die man vor 13 Monaten genau auf demselben Punkte aufgestellt hatte, stand jetzt etwa 300 F. weiter unten; so viel also war sie mit dem Gletscher hinunter gewandert. Diese Stangen wurden in einer quer über den Gletscher gehenden Linie aufgestellt, deren beide Endpunkte zu beiden Seiten des Gletschers an dem Uferfelsen als weiße Kreuze angemalt waren. Nicht nur die verschiedene Neigung der Gletscherbahn und andere darauf Einfluß äußernde Umstände veranlassen eine Verschiedenheit in der Geschwindigkeit der Gletscherbewegung, sondern auch ein und derselbe Gletscher zeigt an derselben Stelle zu verschiedenen Zeiten verschiedene Maaße seiner Bewegung. Besonders hat die Wärme durch Durchtränkung des Gletschers mit Schmelzwasser einen großen Einfluß auf die Geschwindigkeit der Gletscherbewegung. Sie ist weder allein das Herabgleiten eines festen Körpers, noch das Fließen einer zähflüssigen Masse (z. B. durch Wärme etwas erweichten Wachses), noch auch das innerlich unaufhörlich sich drängende Weichen der Gemengtheile eines zähen körnigen Breies — sondern sie ist eine Zusammensetzung von allen drei Erscheinungen, getrieben und unterstützt durch die gewaltige Kraft der Schwere.

Eine so eigenthümlich gebildete in ewiger Bewegung befindliche so ungeheuer umfangreiche Masse muß im Großen ihrer Struktur fortwährend Zerklüftungen erleiden, wenn auch diese Erscheinung kein wesentlicher Charakter der Gletscher ist, sondern meist unter dem Einflusse der äußeren örtlichen Verhältnisse steht.

Ein breiter und tiefer Hohlweg kann uns zuweilen ein Bild im Kleinen von einer Firnmulde gewähren, wenn an die eine seiner Seiten sich eine hohe Schneewehe anlehnt, die wir horizontal zerrissen und die untere Masse des Schnees von der oberen durch eine breite Spalte getrennt finden; dies geschah durch das Gewicht der bei gelinderer Kälte etwas zusammengesinterten Schneemasse. Aehnlich trennt sich das Firnfeld durch eine oft sehr tiefe und zuweilen bis gegen 100 F. breite Kluft, den sogenannten Bergschrund, von dem Schnee des Schneefeldes und auch außerdem ringsum von den Wänden des Circus durch die sogenannte Randkluft. Aber noch bedeutender sind die manchfaltigen Zerreißungen des Gletschers selbst. Um sich von den Veranlassungen, Formen und Richtungen dieser Spalten einen anschaulichen Begriff zu machen, kann wenigstens annähernd folgende rohe Nachahmung der Gletschererscheinung dienen. Man nimmt ein Bret von beiläufig 2 Ellen Länge und 1 F. Breite, auf welchem man auf irgend eine beliebige Art quer- und längsverlaufende etwa 1 Zoll hohe nicht scharfe Buckel und Kämme fest anbringt, welche die Unebenheiten des Gletscherbettes darstellen sollen. Durch schräg an einander gelegte Steine bildet man an den Seiten des Bretes eine Nachahmung der Felsenufer des Gletscherbettes, die man an einer Stelle etwas enger zusammen, an einer anderen weiter auseinander treten läßt. Dann breitet man einen entsprechenden Streifen Wachstuch, der an den Uferwänden etwa 6 Zoll in die Höhe reicht, in diese Nachahmung des Gletscherbettes und schüttet bis an die Ränder dieses Streifens das Ganze voll weißen Sand, den man dann durch Benetzen mit Wasser zu einem zusammenhängenden Körper verwandelt. Nun bringt man dieses rohe Gletschermodell in eine etwa 6 Zoll geneigte Lage. Zieht man dann am untern etwas vorstehenden Ende des Wachstuches diese ganze Ausfüllung langsam abwärts, so wird man, bedingt durch die Unebenheit der Bahn und die Verengung und Ausweitung der Ufer in der Oberfläche des Sandkörpers wechselnd ähnliche Sprünge und Risse, Zusammenziehungen, Auftreibungen und Verbreiterungen entstehen sehen, wie sie aus ganz ähnlichen Gründen am Gletscherkörper stattfinden. Mit etwas mehr Kunst hergestellt, muß ein solches Model die Erscheinungen der Gletscherbewegung ziemlich gut zeigen, namentlich wenn man das Relief des Gletscherbettes vielleicht durch Glättung aller die Unebenheiten und Stufen desselben nachahmenden Buckel glättet und durch Oel oder starkes

Einpudern mit Bärlapp oder Geigenharz=Staub vor dem Anhaften des nassen Sandes schützt. In eine entsprechende Neigung gebracht muß der ohne die Unterlage des Wachstuches eingefüllte sehr feucht gemachte Sand von selbst langsam herabfließen und ohne Zweifel das Spaltenwerfen des Gletschers noch besser nachahmen.

Bei jeder Ueberschreitung eines das Gletscherbett quer durchschneidenden, hinlänglich hohen Felsenkammes muß der darüber hingleitende Gletscherkörper in einen Querspalt aufreißen und dieser Spalt sich wieder schließen, wenn der Kamm überschritten ist, bis bald nachher der nachrückende Theil des Gletschers dasselbe Manöver machen muß. Doch ist schwer zu sagen, ob jeder bedeutende Spalt auf der Oberfläche des Gletschers und in welchem Verhältnisse er zu den Unebenheiten des Bettes steht. Ich sah auf dem Aargletscher vom linken Ufer aus an einer Stelle weit und breit die Gletscheroberfläche ganz und gar in klaffende Spalten aufgerissen, wie ich einige davon auf Fig. 20

Fig. 20.

Querspalten auf der Gletscheroberfläche.

genau abgezeichnet habe. Den Vordergrund der kleinen Zeichnung bildet eine abgerundete glatt geschliffene Felsenstelle, auf der ich etwa 150 F. über dem Gletscher stand. Die Spalten dieser Stelle wurden wahrscheinlich von einem

Digitized by Google

etwa um 10 Schritt das Bett verengenden Felsenvorsprunge veranlaßt, auf welchem mein Standpunkt war.

Demnach giebt die Richtung und die Größe und Häufigkeit der Spalten oder Schründe der Gletscher oft, aber wohl nicht immer, eine Vorstellung von der Beschaffenheit seines Bettes. Manche Gletscher zeigen eine sehr ebene Oberfläche mit nur wenigen Spalten, andere sind nicht nur vielfach von Spalten durchzogen, sondern ihre Oberfläche besteht aus regellos neben einander emporstrebenden Eisklippen, was auf ein äußerst unebenes Bett schließen läßt. Um so auffallender ist es, daß nach Uebersteigung eines solchen Hindernisses die Schründe und Unebenheiten des Gletschers sich sehr schnell wieder ausgleichen, wobei von einem Spalte weiter nichts sichtbar bleibt, als ein feiner Schmutzstreif, da sich an den Kanten des Gletschereises immer aller Staub und Sand zusammenzieht.

Besondere Erwähnung verdient noch die Randkluft, in welcher der Gletscherrand oft bedeutend von dem Uferfelsen absteht und durch welche man zuweilen unter den Gletscher kriechen kann, so grausig auch unter der überhängenden mächtigen, scharfen Eisscherbe das Hinabklettern an dem steilen geglätteten Uferfelsen ist. Veranlaßt wird die Randkluft durch die besonders zerstörende Einwirkung des Hinschleifens des Gletscherrandes an den Uferfelsen und durch stärkeres Abthauen durch die strahlende Wärme der letzteren.

Die vorhin erwähnten Eisklippen, wodurch viele Gletscher ihren so äußerst wildromantischen Charakter erhalten, z. B. der Rhone- und Grindelwaldgletscher, nennt man Gletscherbrüche. Sie verleihen den Gletschern jenes Ansehen, weswegen man sie mit plötzlich zu Eis erstarrten Meereswogen verglichen hat.

Wir sehen uns nun auf der Oberfläche des Gletschers um, wo wir zunächst finden, daß es ein großer Irrthum ist, wenn wir sie immer von der gerühmten reinen grünblauen oder weißen Farbe zu finden meinen. Ehe wir die Ursachen, welche dies verhindern, näher betrachten, haben wir die Erscheinung der sogenannten Ablation des Gletschers kennen zu lernen, welche dazu beiträgt, daß jedes Jahr bis gegen das Ende des Sommers der Gletscher immer schmutzig erscheint.

Ablation, ein von Agassiz in die Sprache der Gletscherforschung ein-

geführtes Wort, bezeichnet die Abtragung oder, da diese wesentlich nur darauf hinausläuft, Abschmelzung des Gletschers.

Wir haben uns hier an das zu erinnern, was wir bei der Besprechung der latenten Wärme (S. 38) über das Verschwinden eines bestimmten Wärmemaaßes bei der Schmelzung von Eis erfahren haben. Es war dies Maaß beträchtlich. Um eine bestimmte Menge Eis in Wasser von 1° C. zu verwandeln (zu schmelzen), wird eben so viel Wärme verbraucht, als erforderlich ist, um das neunundsiebenzigfache Maaß Wasser auf 1° zu erwärmen. Dies macht es uns begreiflich, daß ein heißer Sommer die Gletscher nicht noch viel beträchtlicher verringert, als es geschieht. Auch bei dem wärmsten Sonnenscheine kann natürlich die beschienene Gletscheroberfläche nicht über 0° stehen.

Die Abschmelzung erfolgt theils durch die unmittelbare Einwirkung der Sonnenstrahlen, theils durch warme Luft, theils durch Regen. Dem Regen schreibt man eine größere abschmelzende Kraft zu, als den beiden andern Ursachen, wie wir auch in der Ebene ein von Regen begleitetes Thauwetter den Winterschnee schneller beseitigen sehen, als dies Sonnen- und Luftwärme vermögen.

Der Betrag der Abschmelzung ist mit wissenschaftlicher Genauigkeit schwer zu ermitteln und bisher auch noch nicht hinlänglich ermittelt worden. An einem heißen Sommertage kann von der ganzen Gletscheroberfläche eine Schicht Eis von beinahe 1 Par. Zoll abschmelzen. Am Aargletscher fand Agassiz von 1841 bis 1842 an eingegrabenen Pfählen die jährliche Abschmelzung 9—10 Fuß. Um so viel ragten nämlich nach Verlauf eines Jahres die sehr tief eingegrabenen Pfähle höher heraus, als bei ihrem Eingraben. Auch bedient man sich zur Messung der Abschmelzung in eine gewisse Tiefe eingegrabener Holzklötzchen, die durch Abschmelzen nach und nach auf der Oberfläche erscheinen. Wir werden nachher sehen, welch bedeutende Menge Wasser die tägliche Abschmelzung einem großen Gletscher entführt.

Hier schalte ich eine geologische Bedeutung der Gletscher ein, von der wir bald eine wichtige Folge zu besprechen haben werden. Die Gletscher lenken nämlich unsere Aufmerksamkeit auf die Produkte der Verwitterung der Uferberge nachdrücklicher hin, als in demselben Thale ohne den Gletscher geschehen würde. Es betrifft dies die von den Uferfelsen sich ablösenden und auf den

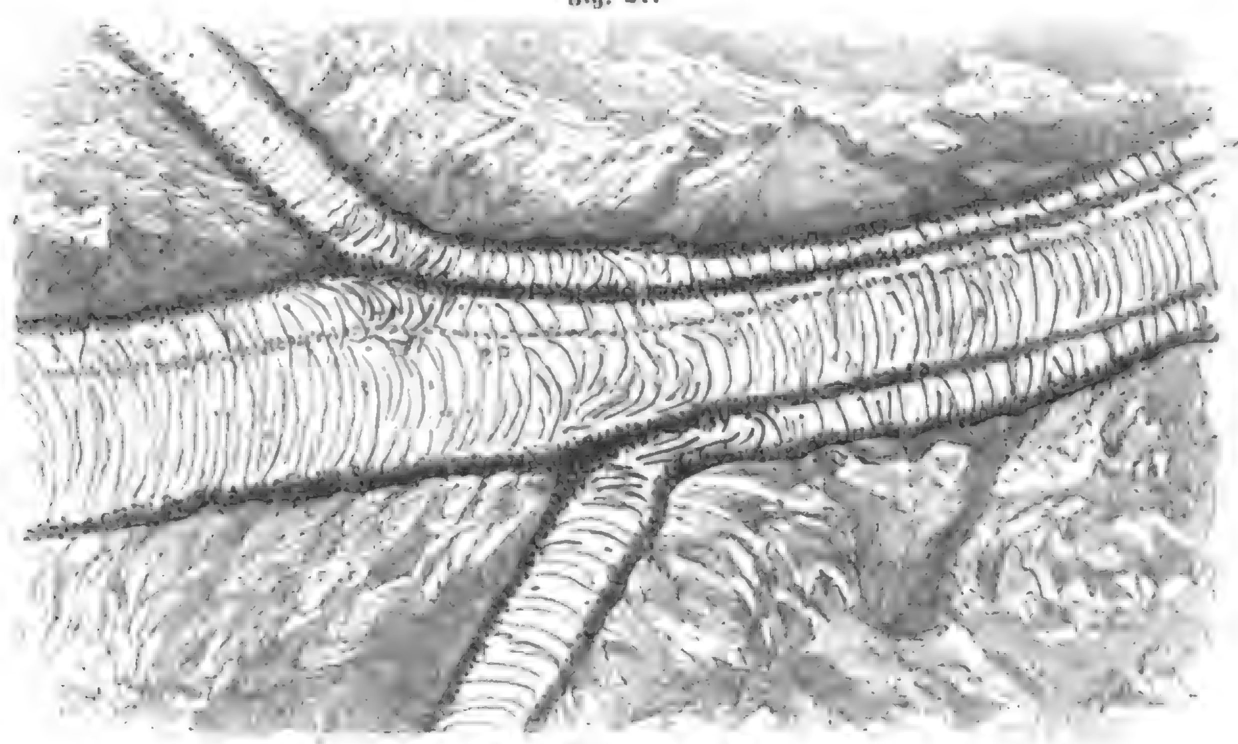
Gletscher fallenden Blöcke, die oft hunderte von Kubikfußen und darüber groß sind. In unbewohnten Alpenthälern würden diese Blöcke, wenn sie auf die nackte Thalsohle herabfielen, neben so vielen schon daliegenden und von Pflanzen überwucherten wenig beachtet werden. Auf der reinen Eisfläche des Gletschers machen sie sich im höchsten Grade bemerklich und dienen nicht blos als Bewegungsmesser des Gletschers, sondern auch als Anzeiger des Grades der Verwitterung oder Abtragung der Uferfelsen desselben. Nur diejenigen Blöcke, welche genau in die Mitte (vom Rande her betrachtet) oder ihr sehr nahe fallen, gehen geradeaus thalabwärts, die dem Rande näher fallenden, werden von einer nach dem Rande hinstrebenden Bewegung des Gletschers näher nach den beiden Seiten hingeschafft. Theils hierdurch, theils durch eine Reihe von Stangen, die man quer in gerader Linie über den Gletscher aufstellte, erfuhr man, daß der Gletscher, wie es auch in einem Bette fließendes Wasser thut, in der Mitte schneller strömt, als an den Seiten, denn je nach der Schnelligkeit der Bewegung fand man nach einiger Zeit die gerade Reihe der Stangen, in eine thalabwärts gerichtete Bogenlinie verwandelt. Theils durch diese Seitenbewegung, theils durch ursprünglich am Rande auffallende Felsblöcke bildet sich an jeder Seite des Gletschers eine seine ganze Länge begleitende Trümmerhalde, die man Moräne nennt und die auch an unserem Schema Fig. 19 auf dem sichtbaren rechten Rande des Gletschers angedeutet ist. Zum Unterschiede von anderen ähnlichen Trümmerhalden der Gletscher, die wir gleich kennen lernen werden, heißen diese Moränen Seitenmoränen oder Gaudecken.

Der Entstehungsweise dieser Anhäufungen zufolge liegen in ihnen große und kleine Trümmer bunt durch einander, diese sind, da sie nie einer abreibenden Gewalt von Wasserfluthen unterworfen waren, scharfkantig, und stammen immer nur von den Felsen desjenigen Ufers, an dessen Seite sie liegen. Die Moränen sind wahre Sammlungen derjenigen Gesteine, welche die Höhen zu ihrer Seite zusammensetzen. Ich hebe hier aus einem bald klar zu machenden Grunde ausdrücklich hervor, daß diese Moränenblöcke nicht nach dem Gesetze der Schwere geordnet liegen, d. h. die schwersten unten und die kleineren und leichteren immer mehr nach oben, wie es bei solchen der Fall sein müßte, welche von Wasserfluthen zusammengeschwemmt worden sind. Nur der Zufall des Herabfallens bestimmte die Uebereinanderhäufung dieser Blöcke. Ist ein

Gletscher sehr lang, und man kennt deren von 4—5 Stunden Länge, so müssen sich zuletzt an seinem untern Ende auch die Blöcke ansammeln, welche an seinem obersten Anfange auf die Firnmulde stürzten. Es ist daher immer die Endmoräne, die wir nun betrachten, eine vollständige Sammlung der sämmtlichen geognostischen Vorkommnisse dieser großen Strecke; denn nothwendig müssen auch an noch so langen Gletschern alle diese Moränenblöcke zuletzt unten am Ende derselben anlangen und hier von dem abschmelzenden Gletscher gewissermaaßen abgeladen werden. Daher findet man an allen Gletschern mit viel Moränenschutt am Ende ungeheure Massen von Blöcken aufgethürmt, welche zum Theil, was auch die Seitenmoränen thun, die abschmelzenden Einflüsse vom Eise abhalten. Diese Endmoränen, wie man diese Trümmerhalden am Ende der Gletscher nennt, bilden einen thalabwärts gebogenen Wall. Es braucht dabei wohl kaum hervorgehoben werden, daß die Mächtigkeit dieser Moränen von dem Grade der Zerklüftung und Zerstörbarkeit der Uferfelsen abhängt.

Die meisten Gletscher bestehen im letzten Theile ihrer Länge aus mehreren zusammengeflossenen, aus verschiedenen Firnmulden entsprungenen Gletschern, eben so wie jeder Fluß aus kleineren Gewässern zusammengesetzt ist. Wenn nun zwei zusammenfließende Gletscher jeder zwei Seitenmoränen hat, so müssen von der Vereinigungsstelle an die im Vereinigungswinkel zusammentreffenden Seitenmoränen beider, die rechte des von links und die linke des von rechts kommenden Gletschers, sich zu einer Moräne verbinden, was Fig. 21 anschaulich macht. Diese aus zweien zusammengesetzte Moräne heißt Mittelmoräne oder Gufferlinie, weil sie fortan auf der Mitte des Gletschers bleibt, wenn das auch nicht immer die geometrische Mitte ist, denn der mächtigere der zwei verbundenen Gletscher drängt die Mittelmoräne immer etwas hinüber auf das Gebiet des schwächeren. Kommt weiter unten noch ein dritter, vierter und noch mehr hinzu, so muß natürlich auf Kosten der einen Seitenmoräne des hinzukommenden Gletschers und einer des Stammgletschers eine neue Mittelmoräne entstehen. Da dieselben zuweilen nachher bis an das Ende des Gletschers sehr scharf gesondert bleiben, so kann man aus der Zahl der Mittelmoränen immer genau erkennen, aus wie viel (wenigstens moränenführenden) Gletschern er zusammengesetzt ist, indem man der Zahl der Gufferlinien immer 1 hinzufügt. Die Figur stellt einen schematischen

Fig. 21.



Gletschergrundriß zur Erklärung der Moränenbildung.

Grundriß eines Gletschers, oder vielmehr nur einer mittleren Strecke desselben dar. Da er schon eine Mittelmoräne mit bringt, so muß er schon oberhalb der dargestellten Strecke einen Seitengletscher aufgenommen haben. An der Einmündung der zwei von rechts und links kommenden Gletscher zeigt sich der Gletscher, durch den Druck veranlaßt, von vielen unregelmäßigen Spalten aufgerissen.

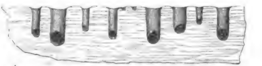
Außer den gewissermaaßen zusammengelesenen Blöcken der Moränen finden sich immer noch einzelne oft sehr große Blöcke über den ganzen Gletscher verstreut. Diese geben zu der eigenthümlichen Erscheinung der Gletschertische Anlaß. Wenn sie namentlich mit einer breiten platten Fläche aufliegen, so verhindern sie das Abthauen des Eises an dieser Stelle und kommen so nach und nach, während rings um sie herum das Eis abthaut, immer höher und höher auf einen Eisfuß zu stehen. Diese Eisstütze wird zuletzt, je höher sie wird, dennoch von den Sonnenstrahlen getroffen und an der Mittagsseite nach und nach abgethaut, bis der Block in eine schiefe Stellung kommt und endlich nach dieser Seite hin herunterrutscht. Fällt er wie vorher, so muß er sich sogleich wieder zum Tische emporthauen lassen und so wandert ein solcher Block nach und nach in der Hauptsache nach der Richtung hin, von wo die größte Sonnenwärme herkommt und nebenbei mit dem Gletscher thalabwärts. (S. Fig. 22.)

Fig. 22

Gletschertisch.

Kleinere Steinchen und andere dunkle Körperchen erfahren das entgegengesetzte Schicksal. Da sie wegen ihrer dunkleren Farbe stärker erwärmt werden, als das helle Eis, so thaut um sie und unter ihnen das Eis schneller ab und sie sinken nach und nach bis einen Zoll tief in Grübchen ein, welche genau den Umfang der einsinkenden Steinchen haben. Da nun durch die von den Bergen herabdonnernden Blöcke bei ihrem Auffallen kleine Stückchen losspringen und auch auf andere Weise mancherlei fremde Körperchen auf die Gletscheroberfläche gelangen, so ist dieselbe in der Regel voller Grübchen und daher oft nichts weniger als glatt und unbequem zu begehen. Am Aargletscher zeigte sich mir die Oberfläche des Eises auf einem senkrechten Durchschnitte, so wie es Fig. 23 darstellt. Blickt man senkrecht auf die Oberfläche

Fig. 23



Senkrechter Durchschnitt der Eisgrübchen.

Digitized by Google

des Gletschers, so erscheint diese aus dem angegebenen Grunde stets dunkel punktirt, während es rein erscheint, wenn man im Gehen vor sich darauf sieht, weil man dann die eingesunkenen dunkeln Körperchen nicht sehen kann.

Während auf der Oberfläche des Gletschers Alles ruhig hergeht und die aufgehäuften Blöcke höchstens in den Seitenmoränen dadurch einander etwas abstoßen können, daß sie bei dem Abwärtsschreiten des Gletschers durch das Anstreifen gegen die Uferfelsen etwas bewegt werden — so findet auf der Unterseite des Gletschers, mit der er auf dem Boden und an den Seitenwänden seines Bettes fortgleitet, das Gegentheil statt. Die furchtbare Last einer stundenlangen und bei vielleicht 300—800 F. Dicke eine Viertelstunde breiten Eismasse muß auf Alles, was sich unter ihr befindet, einen zertrümmernden Druck ausüben. Durch die vorhin beschriebene Randkluft und die zuweilen bis auf den Grund gehenden Quer- und Längsspalten können selbst Moränen-Blöcke unter den Gletscher gelangen. Viele davon werden blos in kleinere Stücke zermalmt, die weicheren jedoch werden in Sand zerrieben, der am Aargletscher, vom Gletscherbache hervorgespült, von einer außerordentlichen Feinheit ist. Durch Festfrieren von Steintrümmern an der Unterseite und namentlich an den Ufer-Seiten des Gletscherkörpers wird dieser zu einer gigantischen Feile, welche ohne Unterlaß die Fläche bearbeitet, auf der sie hinrutscht. Den Endmoränen, welche am Ende des Gletschers Alles aufstapeln, was derselbe auf seinem Rücken herbeischleppt, müssen die sogenannten Grundmoränen entsprechen, welche aus den Steinen bestehen, die der Gletscher unter sich fortgeschleift hat, und die zuletzt an seinem Ende zum Vorschein kommen. Die Trümmer der Grundmoräne sind nicht nur im Allgemeinen kleiner, sondern sie unterscheiden sich von den übrigen Moränenblöcken auch dadurch, daß sie die Spuren der Gewalt, die sie erlitten, an sich tragen, die sich meist durch Glättung und daneben durch feine Ritzung, von den harten Steinkörnchen auf ihrem beschwerlichen Wege bewirkt, aussprechen.

Dies ungefähr sind die gestaltlichen Erscheinungen des Gletschers, von deren Schilderung wir sein Leben im Großen, sein geisterhaftes, unaufhaltsames Vorwärtsdringen nicht trennen konnten. Widmen wir nun noch einige Aufmerksamkeit seinem inneren Leben, was seine eisigen Eingeweide nicht minder durchströmt, als den Leib des Thieres.

Digitized by Google

V.

Gletscherthor des Zermatt-Gletschers.

Digitized by Google

Wenn man im Morgengrau den Gletscher betritt, so liegt eine Grabesstille über dem starren Körper. Am Aargletscher fand ich um diese Zeit ein vollkommnes Bild völliger Erstorbenheit. So weit das Auge reichte, sah ich vom Pavillon*) aus nichts als Eis, Schnee, nackte Felsen und die dunklen Wälle der langgestreckten Moränen. Kein Laut bewegte die stille kalte Luft. Gegen 11 Uhr hatten die warmen Sonnenstrahlen dem Scheintodten Leben eingehaucht. Der über Nacht gefallene Schnee floß in tausend schmelzenden Wasserfäden von den Höhen auf den Gletscher nieder und verschwand in der weitklaffenden Randkluft. Auf dem Gletscher fiel er sichtlich zusammen, die Firnbildung im Kleinen über der ganzen Fläche darstellend. Die Wärme entfesselte Millionen mikroskopische Strömchen im Innern der Gletschermasse, die in der Nachtkälte erstarrt waren, ein Cirkulationssystem in Bewegung setzend, was sicher nicht minder reich verzweigt ist, als das Capillarsystem, in welchem das Blut in die entferntesten Theile unseres Leibes dringt. Wie groß ist die Aehnlichkeit! Die Durchtränkung des Gletschers nährt ihn, baut ihn, erzeugt in ihm einen Stoffwechsel wie im lebendigen Leibe.

Die nebenstehende Tafel giebt uns ein Bild von jenem Theile des Unteraargletschers und zwar von dem Pavillon aus aufgenommen (nach einer Lithographie von Nicolet). Rechts sehen wir die Vereinigung des Lauteraar- und Finsteraargletschers bei dem Abschwunge, von wo an die große Mittelmoräne beginnt, auf welcher einige Jahre hindurch auf einem großen Moräneblocke ein Häuschen, scherzweise Hôtel des Neuchatelois genannt, zuletzt von Agassiz und seinen Genossen benutzt, stand. Auf dem Blocke, der den Namen Hugiblock führt, wurde ursprünglich von dem Schweizer Naturforscher Hugi eine Hütte errichtet. Damals lag derselbe unter dem Fuße des Abschwungs.

*) Dies ist ein kleines, aus Blöcken roh aufgeführtes Haus, etwa 200 Fuß über dem Gletscher und etwa eine halbe Stunde oberhalb seines Endes auf dem Felsen des linken Ufers. Ich hatte daselbst bei seinem Erbauer, Herrn Dollfus-Ausset aus Mühlhausen im Elsaß, übernachtet, der eben seine diesjährigen Gletscherbeobachtungen beendet hatte, und mit dem ich nachher nach dem Grimselhospiz abzog. Seit einer langen Reihe von Jahren hat dieser unermüdliche Forscher, manches Jahr wochenlang hier campirend, von diesem Häuschen aus seine Beobachtungen angestellt. In der Thüre fand ich die Namen seiner Besucher, der berühmtesten Gletscherforscher eingeschnitten: Agassiz, Desor, C. Vogt, v. Charpentier, Forbes, Martin und Anderer. Vom Oktober bis Mai liegt dieser kleine Tempel der Wissenschaft unter tiefem Schnee begraben. Damals flatterte die Trikolore auf seinem Dache.

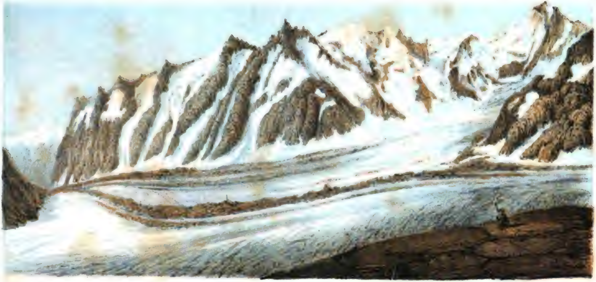
Im Jahre 1841 lag er bereits 4600 Fuß davon entfernt und so wird er einst in der Endmoräne des Gletschers seine Laufbahn beschließen. Wir stehen als Beschauer des Bildes etwa 150 Fuß über dem Gletscher auf dem glattgeschliffenen linken Gletscherufer. Gegenüber überblicken wir eine Reihe ansehnlicher Bergspitzen. Zumeist rechts den etwa 8000 F. hohen Abschwung; dahinter folgt zunächst das Finsteraarhorn, die höchste Spitze des Berner Oberlandes, dann das Studerhorn, der Altmann, Oberaarhorn, Grunerhorn, Scheuchzerhorn, die Escherhörner, der Thierberg, Grünberg, die Zinkenstöcke und zuletzt im linken Hintergrunde das ferne Sidelhorn (alle oben am Rahmen des Bildes in dieser Ordnung mit 1—12 bezeichnet). Die vier kleineren Gletscher, welche uns gegenüber nach links in den Aargletscher einmünden, sind der Zinkenstockgletscher, Grünberggletscher, Thierberggletscher und der Silberberggletscher.

Nach langem mühseligen und nicht gefahrlosen Marsche über die zum Theil von dem frischen Schnee noch versteckten Schründe kam ich an der furchtbaren Endmoräne an, aus der ein neuer Stadttheil Leipzigs aufzubauen wäre. Fast jeder Schritt über die wankenden Moränenblöcke, die oft so locker im Gleichgewichte lagen, daß der Fußtritt eines Kindes es stören konnte, mußte prüfend gethan werden, was entsetzlich ermüdet. Ein Abschiedsblick auf die ungeheure Eisfläche, deren Ende, auf dem ich stand, kaum tiefer zu liegen schien als der Abschwung, die Vereinigungsstelle des Lauteraar- und Finsteraar- zum Unteraargletscher, wollte mich an der Thatsache der Bewegung schier zweifelnd machen. Ich begriff wenigstens, wie die Forscher für die unzweifelhafte Thatsache der Gletscherbewegung die wirkenden Ursachen noch nicht vollkommen klar zu machen gewußt haben. Um das großartige Räthsel zu begreifen, wie eine so ungeheuere Masse auf der nur äußerst wenig geneigten, gewiß von hervorstehenden Felsenbuckeln rauhen Fläche selbst durch die Macht ihres Gewichtes zusammen mit der, wenn auch noch so langsam wirkenden, Flüssigkeit ihres Gefüges sich vorwärts bewegen könne, muß man sich immer daran erinnern, daß die Bewegungsfläche fortwährend mit Wasser und feinem Sandschlamme übergossen ist, und so in einigem Grade schlüpfrig unterhalten wird.

Endlich waren wir, mit mir Herr Dollfus und seine Träger, auf dem Gletscherboden angelangt, durch seine vollkommene Tischgleiche den er-

Digitized by Google

Digitized by Google



Panorama des Unteraar-Gletschers.

Digitized by Google

Digitized by Google

müdeten Beinen ein Labsal, von dem aus die gewaltige Höhe des Gletscherfußes einen imposanten Eindruck macht. Der Gletscherboden ist die Fläche, welche dem bald weiter vordringenden, bald zurückbleibenden Gletscher zur Verfügung steht.

Dieses Vorwärtsschreiten ist eben so wenig blos von der Bewegung des Gletschers allein abhängig, als das Zurückweichen wenigstens in sofern davon ganz unabhängig sein muß, als natürlich Niemand an einen Rückzug, an eine Umkehr des Gletschers denken kann. Das wirkliche Vorrücken und die Abschmelzung im Vereine bestimmen den jedesmaligen Endpunkt des Gletschers. Bleiben beide mit einander im Gleichgewichte, d. h. trägt die Abschmelzung vom Fuße des Gletschers eben so viel ab, als er vorgeschoben wird, so bleibt für die Dauer dieses Gleichgewichtes der Endpunkt des Gletschers fest. Für sein Vorrücken wie für sein Zurückweichen müssen also stets zwei Gründe gedacht werden können. Er rückt weiter vor, entweder weil die Bewegung durch irgend welche Ursache ungewöhnlich groß, die Abschmelzung dagegen regelmäßig ist, oder weil die Abschmelzung ungewöhnlich gering ist, während die Bewegung sich gleich blieb. Ein Gletscher weicht zurück, entweder weil neben dem regelmäßigen Tempo der Bewegung eine ungewöhnlich große Abschmelzung stattfindet, oder weil neben der gewöhnlichen Abschmelzung die Bewegung eine ungewöhnlich langsame ist. Es ist also das Zurückweichen entweder ein wirkliches Zurückbleiben oder eine Verkürzung des Gletschers, und das Vorschreiten entweder ein wirkliches Vordringen oder ein Unterbleiben der Verkürzung.

Für dieses Spiel ist nun eben der Gletscherboden, der am Aargletscher etwa 20 Minuten lang und 10 Minuten Weges breit ist, der Tummelplatz.

Verschiedene Ursachen, die aber in ihrem Werthe noch nicht genug erkannt sind, veranlassen die Gletscher zuweilen, diesen Boden zu überschreiten, wodurch sich höchst bemerkenswerthe Schwankungen der Endstelle der Gletscher ergeben. Man hat, natürlich ganz ohne Grund, an eine siebenjährige Wiederkehr solcher Unregelmäßigkeiten gedacht. Den interessantesten Fall von einer solchen Gletscherkaprice theilt Forbes mit. Der Brenvagletscher von der Montblanc-Seite der Allée blanche herabkommend, war zu Saussure's Zeit (1767) so klein, daß die Doire neben dessen Ende vorbeifloß. Später reichte

er beständig über dieses Flüßchen hinweg bis an die gegenüberliegende Thalwand und drängte sich allmälig zu einer hoch an derselben gelegenen Kapelle empor, die er 1818 zerstörte. 1821 verließ er sie wieder und sie konnte wieder hergestellt werden und befand sich in Folge des Rückzuges des Gletschers 1840 schon wieder 300 Fuß über dem Eise. Von 1842—1846 stieg der Gletscher neuerdings um 180 Fuß.

Doch wir kehren auf den Aarboden zurück, von wo an wir die alten und neuen Spuren des Gletschers bis hinunter in das Thal verfolgen wollen. Die ganz ebene und für das messende Auge unmerklich thalabwärts geneigte Fläche des Aarbodens war ganz und gar mit meist höchstens kopfgroßen Steinen bestreut, zwischen denen sie mit sehr feinem silbergrauen Sande bedeckt war. Unter dem gigantischen als eine schmutzbedeckte Eismauer emporragenden Ende des Gletschers kroch in mehreren breiten Wasseradern die neugeborene Aare hervor, der milchig trübe Gletscherbach. So nennt man das abfließende Schmelzwasser des Gletschers und natürlich hat jeder seinen Gletscherbach. Bei andern tritt er aus einer offenen Wölbung des Gletscherrandes, dem Gletscherthore, hervor. Taf. 5 stellt das untere Ende des Zermattgletschers nach Agassiz dar. Aus dem großen Gletscherthore strömt die Visp hervor und vorn am rechten Ufer sehen wir die Felsen abgerundet und geritzt. Die Mittelmoränen sind bis auf wenige Spuren aufgelöst, da dieser Gletscher durch starke Biegungen und stellenweise bedeutenden Fall besonders starke Zerklüftungen erleidet. In der Ferne sieht man die Eisnadeln, welche an der steilsten Stelle der Gletscherbahn durch Brechen und Verschieben des Gletschereises entstehen. Im Vordergrunde links zeigen sich die Uferfelsen in geglättete und geritzte Rundhöcker umgewandelt, weil auch dieser Gletscher früher eine größere Ausdehnung besaß. Herr Dollfus hatte mir aus seinem wissenschaftlichen Tagebuche im Pavillon mitgetheilt, daß bei starkem Abschmelzen des Aargletschers in einem Tage 18 Millionen Kubikfuß Wasser abfließen, welche in derselben Zeit ungefähr 5600 Centner Sand und Schlamm, der in ihm suspendirt ist und es eben trübt, mit sich führen. Das sind ungefähr 200 Pferdelasten zu 25 Centner, der Beitrag Eines Tages, den die jugendliche Aare hinunter in das Thal schafft!

Nach dem Grimselhospiz steuernd mußten wir nach wenigen Schritten, um einem Arme der Aare auszuweichen, eine ziemlich dicht am linken Ende

der Endmoräne liegende Rolle übersteigen. Das war ein vielleicht 30 Fuß hoher, auf der Seite des Aarbodens liegender Felsen, der fast genau die Gestalt eines der Länge nach durchschnittenen Eies hatte. Auch der Achtloseste hätte nicht ohne Staunen bemerken müssen, daß dieser ganze Felsen wie durch Kunst in die Eiform gemeißelt und geglättet aussah. Aus den Klüften des sonderbaren Felsens sproßten üppige Büsche des Zwergwachholders und der Alpenrose hervor, ein Beweis, daß er schon lange nicht mehr die furchtbare Last des Gletschers trug; denn ich hatte hier ein Stück Arbeit des Gletschers vor mir, der früher noch über den Felsen hinausgeschritten war und ihn nach und nach aller seiner Kanten und Ecken beraubt und glatt gerieben hatte. Ich hatte Eisschliff oder Gletscherschliff vor mir, wie man diese Spuren des glättenden Eises der Gletscher an den von ihm einstmals überschrittenen Felsen nennt. Das Volk nennt sie Rollen und beweist dadurch, daß es der Gletschererscheinung seine Aufmerksamkeit früher zugewendet hat, als die Wissenschaft. Dies beweist auch das Wort Boden in Gletscherboden, denn dem Aarboden folgt eine halbe Stunde weiter unten ein alter Gletscherboden des Aargletschers, der Grimselboden genannt wird; noch weiter unten folgt ein Räterichsboden und unten im Haslithale der Hasliboden — alles ehemalige Gletscherböden. Diese auffallende Benennung ganz ebener Flächen deutet doch sicher darauf hin, daß man in ihnen den Boden ehemaliger Gletscher erkennt.

Der ersten Rolle folgten sofort noch zwei andere größere und dann vom Ende des Aarbodens bis zum Grimselhospiz ging der Weg fast unaufhörlich über solche geglättete Felsen. Ich schalte hier eine skizzirte Ansicht eines Theiles des linken Ufergeländes des Aargletschers ein (Fig. 24.), an welcher wir noch viel staunenerregendere Spuren von der ehemaligen Größe des Aargletschers erkennen. Ueber dem Gletscher mit der Seitenmoräne erhebt sich die Bergwand, die bis hoch hinauf nur noch die abgerundeten und geglätteten Felsenwülste zeigt, deren Zacken von den vielleicht viele Jahrtausende lang daran vorübergeschleiften Gletscherseiten abgeschliffen wurden. Nur oben am Kamme der Bergwand ragen noch die zackigen Felsenspitzen empor, zu denen des Gletschers Macht niemals hinauf reichte. Wenn wir noch zweifeln wollten, ob die untere Felsenglättung wirklich das Werk des ehemals höher reichenden Gletschers sei, so würde uns die alte Moräne überzeugen, die am

Fig. 24.

Abgeschliffene Uferfelsen über dem Aargletscher.

oberen Rande der zurückgelehnten geglätteten Parthie auch auf unserem Holzschnitte noch deutlich sichtbar ist.

Doch wir verfolgen den gelehrten Gletscher auf der Bahn seiner ehemaligen Größe weiter, indem ich an ihn den Faden knüpfe, der uns auf dem Gebiete der Gletscherthätigkeit zu der Erkenntniß der gestaltenden Macht des Wassers leiten soll.

Das Grimselhospiz, unweit dessen links die Aar vorbeischäumt, liegt in einem Felsenkessel eines mächtigen Gebirgsknotens am Fuße eines hohen kuppelförmigen Felsens, der eigentlichen Grimsel, oder, wie sie im Munde des Volks oft heißt, der Spittelnolle. Dieser Berg liegt in der Stoßrichtung der früheren Macht des Aargletschers und es sind daher alle seine hervorspringenden Felspartien abgestumpft und geglättet. Doch mag früher hier ein Zusammenfluß des Unteraar- mit dem von Südwest herabkommenden Oberaargletscher bestanden haben, dessen Knotenpunkt der Grimselberg bildete.

Von der Grimsel aus wendet sich die Aare in einem beinahe rechten Winkel nach Norden und stürzt in ewigem Schäumen, in dem grausigen Felsenbette oft zu weißem Schaume zerpeitscht, hinunter in das Haslithal. Bald

Digitized by Google

mehr rechts, bald mehr links sehen wir bis hoch hinauf die Felsenwände geglättet, bis wir in der Nähe der Handeck über die „helle Platte“ schreiten, auf welcher die Worte „Agassiz Eisschliff 1842“ eingemeißelt sind. Das ist ein schwach gewölbter Felsenbuckel von vielen hundert Quadratfuß, der, mit der Etikette des berühmten Gletscherforschers bezeichnet, die Touristen aufmerksam machen will, daß, wo sie jetzt wandern, einst der Aargletscher wanderte. An der hellen Platte bemerkt man neben der allgemeinen Glättung besonders deutlich auch die Ritzung, welche die auf der Unterseite des Gletschers eingefrorenen Steine in die geglättete Fläche eingruben. Diese Ritzung ist beinahe immer sehr deutlich ein Kennzeichen des Eisschliffs, wodurch sich derselbe von anderen Glättungen der Felsen unterscheidet, welche, auf andere Weise veranlaßt, zuweilen bemerkt werden. Diese Ritzung bemerkt man auch an den Steinen der Grundmoräne, welche der Gletscher an seinem Ende beim Abschmelzen oder durch den Gletscherbach unter seiner Last hervortreten läßt, während gewöhnliche Rollsteine der Bäche und Flüsse diese Ritzung nicht haben. Dieser feste Unterschied zwischen den gewöhnlichen Geschieben unserer Flußbetten und alter Kiesablagerungen und zwischen den Steinen der Grundmoränen bietet einen sicheren Fingerzeig, überall da, wo man, wenn auch noch so weit von jetzigen Gletschern, dergleichen geritzte Geschiebe findet, an einen Zusammenhang der Oertlichkeit mit einem ehemaligen Gletscher zu denken.

An mehreren Orten bald am rechten bald am linken Ufer der Aare setzen uns die Wirkungen einer andern Thätigkeitsform des Wassers in Staunen. Unter einem tiefen Einschnitte der himmelhohen Felswände, den wir sofort als dazu gehörig erkennen, bemerken wir ungeheure, ersichtlich ganz neue Trümmerhalden, welche sich quer über das enge Thal erstrecken. Die Blöcke, ein schöner weißer feinkörniger Granit, sind so frisch, als wären sie gestern gebrochen; aber kein Schuß sprengt auf einmal so große Blöcke los, denn manche davon sind über mannshoch und doppelt so lang. Anders als durch Sprengen ist keines Menschen Gewalt fähig, die Blöcke aus dem Wege und von den ohnehin tausendfältig von Klippen unterbrochenen Wiesen zu entfernen. Kennt man auch das üble Renommé der Lauinen, so staunte ich doch über die Werke ihrer Gewalt, die ich hier zum ersten Male vor mir sah.

Wir sind dem wilden Gletscherkinde immer weiter thalabwärts gefolgt.

An der Handeck vereinigt es sich in jähem Sprunge in einen gähnenden Abgrund mit dem vom linken Ufer kommenden Aerlenbache, um vielleicht den schönsten Wasserfall der Schweiz zu bilden. Noch weiter unten auf dem Haslibboden bemerken wir bereits beginnende Klärung des Aarwassers, die hier vielleicht beinahe vollständig sein würde, wenn sein Lauf ein ruhiger gewesen wäre.

Um aus dem Oberhaslithale hinüber ins Unterhaslithal nach Meiringen zu gelangen, müssen wir einen hohen Wall überschreiten, der uns noch einmal recht nachdrücklich an die ehemalige Größe der Vergletscherung dieses ganzen Thales erinnert. Der Wall versperrt das ganze Thal und wir suchen vergeblich nach einem Ausgange für die Aare, die doch geradeaus gegen die rechte Seite desselben anströmt. Die „finstre Schlauche" dient ihr als tiefe und enge Gasse, die sie sich ohne Zweifel selbst gebahnt hat. Auf der Höhe und an der Seite des breiten Walles erkennen wir in ihm mit Staunen ein Gletscherwerk, denn sie besteht fast durchweg aus geglätteten Felsenbuckeln. Wir haben einen sogenannten Thalriegel vor uns, über den der Gletscher hinwegging und nun auf ihm seine glättende Sohlenspur zurückgelassen hat.

Wir sind mit dem nun zur Ruhe gekommenen Gletscherbache in der tischgleichen Ebene des Unterhasli angekommen. Als solcher giebt sich die Aare immer noch kund durch ihr noch milchweißliches Wasser und durch den Sand ihrer Uferlinien, welcher noch genau derselbe ist, den sie oben unter dem Gletscher hervorspült. Die ganze Ebene, die sie gegen eine und eine halbe Stunde lang bis an den Brienzer See durchströmt, ist ohne Zweifel eine Anschwemmung der Aare. Sie fährt damit im Brienzer See ohne Unterlaß noch fort, denn weit hinaus setzt sie ihren feinen weißen Sandschlamm ab, den meisten Touristen sicher vergeblich das Beispiel einer echten Deltabildung zeigend. Höchstens bemerken sie, daß das weißliche Aarwasser sich weit hinaus durch seine Farbe von dem blaugrünen Spiegel des herrlichen Sees abzeichnet. Der Brienzer See ist das Abklärungsbecken für die Aare; bei Interlaken tritt sie rein und leuchtend aus ihm heraus, um nach kaum mehr als halbstündigem Laufe sich abermals in dem noch reineren Becken des Thuner See's auszubreiten, aus dem sie dann bei Thun für immer selbstständig hervorgeht, bis sie bei Waldshut sich dem Rheine vermählt.

Meine Leser sind mir den Weg der Aare gefolgt, der zu den schönsten

und großartigsten Parthien der Schweiz gehört, und die sich auch in der Gletscherthätigkeit aussprechende erdgestaltende Macht des Wassers muß sich ihnen dabei geltend gemacht haben. Die wahre Bedeutung dieser Macht können wir aber erst dann würdigen, wenn wir uns daran erinnern, an wie vielen Orten der Erde sie sich fort und fort entfaltet.

In der Alpenkette, welche vom südöstlichen Frankreich bis gegen Kärnthen hin sich erstreckt, sind mehr als vielleicht an einem anderen Theile der Erde die Bedingungen der Gletscherbildung ausgeprägt: ein mächtiger Gebirgskörper, dessen Rücken sich großentheils bis über die Schneegrenze erhebt und der von tiefen Thälern durchfurcht ist und ein Klima, welches reich an atmosphärischen Niederschlägen ist. Daher ist die großartige Erscheinung der Gletscherthätigkeit auch nirgends vollständiger entwickelt, als in diesem Alpengebiete, von wo auch die Kenntniß derselben ausgegangen ist, in welcher nur Weniges noch unerklärt ist.

Die Pyrenäenkette erhebt sich mit ihren Sätteln und Kesselthälern kaum bis über die Schneegrenze, sondern dies thun blos ihre Gipfel; daher ist die Gletscherbildung in ihr auch wenig und fast nur auf dem Nordabhange entwickelt. Die mächtige Sierra Nevada Südspaniens, die sich im Cerro de Mulhacen 11,000′ erhebt und eine breite Krone ewigen Schnees trägt, hat keinen Gletscher, nur die niedrigere aber nördlicher gelegene und massiger aufragende Sierra de Gredos hat einen kleinen Gletscher.

In den mächtigen Gebirgsstöcken Kleinasiens und des Kaukasus finden sich blos Gletscher zweiten Ranges oder sogenannte Randvergletscherungen. So nennt man die zu Eis zusammenfrierenden Schneemäntel an den Seiten hoher Bergpyramiden, welche zuweilen losbrechen und mit furchtbarem Gekrach in das Thal herunterstürzen. In den unermeßlichen Berglabyrinthen des Himalayagebirges finden sich eigentliche Gletscher ersten Ranges, die in die Thäler hinabsteigen, nur in dem Kumaon und Gurhwal-Himalaya.

In Amerika sind die Gletscher ebenfalls selten, wesentlich aus demselben Grunde, welcher sie der Pyrenäenkette vorenthält.

Dagegen ist der Norden Europa's, namentlich Norwegen und die noch nördlicheren Gebiete, in denen so lange schon nach dem unglücklichen Franklin umhergespäht wird, reich an großen Gletschern. Aus dem Berichte der letzten

ebenfalls erfolglosen Nordpol-Expedition des Kapitän Kent Kane entlehne ich die Ansicht vom Ende des größten bekannten Gletschers, den der Entdecker nach dem größten Naturforscher benannt hat. (Taf. 6.) Der Humboldt-Gletscher mündet in einer Breite von gegen 12 geogr. Meilen zwischen dem 79 und 80° nördl. Br. in den höchsten bisher noch unbesucht gewesenen Gewässern der Baffingsbai und zwar unmittelbar in das Meer. Es war dem kühnen Reisenden, der leider bald nach seiner Heimkehr an den Folgen der Reisebeschwerden gestorben ist, natürlich nicht möglich, die Länge des Gletschers kennen zu lernen; allein nach dem durchschnittlichen Verhältnisse der Breite der Gletscher zu ihrer Länge von 1 zu 4 bis 6 zu schließen, so mag er wohl gegen 60 geograph. Meilen lang sein. Den Gefährten Kane's ist es überlassen, das Versprechen desselben, eine wissenschaftliche Beschreibung seinen mitgetheilten Tagebuchsnotizen später folgen lassen zu wollen, zu erfüllen. Er schildert den Humboldt-Gletscher nicht als Bild der erstorbenen Ruhe, sondern er machte ihm den Eindruck der Thätigkeit und Energie; er nennt ihn einen Beweis von der Größe der Gewalt der Naturkraft. Im Allgemeinen, namentlich in der Eisbildung, fand er ihn den Gletschern der Alpen und Norwegens gleich, also als einen echten Gletscher, nur einen im allergroßartigsten Maaßstabe. Die Höhe des Fußwalles giebt er vielleicht zu niedrig, blos 300 Fuß, an. Kane giebt einen Begriff von der Großartigkeit der Erscheinung, indem er den Gletscher geradezu als ein unübersehbares Eis-Tafelland bezeichnet. Die Oberfläche zeigte wellige Hügel und Thalbildungen, wahrscheinlich eine Folge des Anschmiegens an die Oberflächengestaltung des Bettes. Das Bild zeigt uns eine Erscheinung der hochnordischen Gletscher, welche ich hier als die erklärende Ursache der Verstreuung der auf S. 130 erwähnten aus Scandinavien stammenden Blöcke der norddeutschen Ebene bezeichne. Nachdem der riesige Gletscher seinen Fuß bis über das Ufer und in das Meer hinaus geschoben hat, so lösen sich große Eisblöcke davon los, ohne Zweifel weil sie im Wasser leichter werden und im Bestreben, an dessen Oberfläche zu gelangen, von unten nach oben abbrechen. Dies ist eine der Ursprungsstätten der bekannten schwimmenden Eisberge, denen die nach Nordamerika segelnden Schiffe so oft begegnen. Zufällig scheint der Humboldt-Gletscher an der abgebildeten Stelle keine Moräneblöcke zu führen und kann somit nicht seine sich ablösenden Eisbänke als Flosse für dieselben be-

Digitized by Google

fl

fr

kann 2c.

VI.

Der Humboldt-Gletscher an der Grönländischen Küste.

Digitized by Google

nutzen, um sie nach südlicheren Breiten zu verschiffen. Gleichwohl hat Kane solchen mit Felsblöcken befrachteten Eisbergen häufig begegnet und er giebt am Schlusse seiner Kapitel mehrmals Abbildungen davon. Unsere Fig. 25

Fig. 25

Bergfloß.

ist eine Copie eines solchen Bergflosses (Berg-Raft), wie er sie sehr passend nennt. Da diese oft viele tausend Centner schweren Blöcke die Eisberge, auf denen sie fest gefroren sind, tief in das Wasser niederdrücken, so treiben diese oft gegen den Golfstrom, indem ihr unterer Theil durch diesen, der in den hohen Breiten gewiß nur eine seichte Oberflächenströmung ist, hindurch und in die kalte von dem Pole kommende untere Strömung hineinreichen, für deren Existenz sie so zum Beweismittel werden. Der größte Theil dieser Eisberge wird nach den Neufundlands-Bänken getrieben, wo sie allmälig abschmelzen, ihre Steinfracht fallen lassen und so zu fortdauernder Vergrößerung jener ungeheuren Bänke beitragen. Neben dieser Thatsache wird es meinen Lesern nicht mehr eine gewagte Hypothese scheinen, wenn man die erratischen oder Findlings-Blöcke Norddeutschlands von Schweden und Norwegen herübergeflößt sein läßt, wo allein die Felsen stehen, von denen sie ihrer Beschaffenheit nach herstammen müssen. Vielleicht hebt der Vulkanismus auch einmal die Neufundlandsbänke über den Meeresspiegel empor, und dann wird die Wissenschaft leichtes Spiel haben, ihr Erscheinen am hellen Sonnenlichte zu erklären und ihre Abstammung nachzuweisen.

Digitized by Google

Wir haben schon früher gesehen, daß ein Gletscher, wenn er auch seine Entstehung unter allen Umständen oberhalb der Schneegrenze nehmen muß, dennoch nicht in diese gebannt ist, sondern oft weit unter dieselbe herabreicht. Schon der Aargletscher steigt mit seinem Ende nicht unbedeutend unter dieselbe herab; jedoch thun dies manche andere Schweizer Gletscher in noch viel auffallenderem Grade. Die beiden nahe neben einander ausmündenden Grindelwaldgletscher enden in einer Seehöhe von kaum über 3000 Fuß und dicht neben dem Fuße des oberen Grindelwaldgletschers reifen die Kirschen und gedeihen alle unsere vier wichtigsten Getreidearten. Er reicht dicht bis an die Gärten der Grindelwaldner heran und hat in früheren Zeiten eine Kapelle zerstört, deren Glocke jetzt auf dem Kirchthurme des Ortes hängt.

Es sind mehrere Fälle bekannt, wo die Gletscher jetzt eine bedeutendere Ausdehnung haben, als vor nicht gar zu langer Zeit, wodurch namentlich früher gangbare Alpenpässe ganz verschlossen, selbst ganze Waldungen zerstört worden sind. An der Stelle des durch seine Schönheit so berühmten Rosenlauigletschers soll vor etwa 100 Jahren noch eine üppige Alpenmatte gewesen sein. Der Aletschgletscher, der Viescher und der Zmuttgletscher greifen mit ihren Enden Waldungen an, welche, nach der Stärke ihrer Stämme zu urtheilen, zwei- und dreihundert Jahre bestanden haben. Häuser, die sich seit undenklicher Zeit vor ihren Gletschernachbarn sicher wußten, werden jetzt von ihnen in Trümmer gestürzt. Auch kennt man einige Fälle des Entstehens von neuen kleinen Gletschern, indem nach besonders schneereichen Wintern der folgende Sommer nicht allen Schnee beseitigen konnte, so daß auf dem verbliebenen Reste sich immer mehr neuer Schnee festsetzte. Seit 1732 ist ein neuer Gletscher, der Rothelchgletscher auf dem Simplon und seit 1811 ein solcher unter dem Galenhorn im Saasthale entstanden. Einen solchen Gletscher-Embryo fand ich im September 1856 etwa 300 Fuß unter dem Gipfel des Faulhorns in einer vor der Nachmittags- und Abendsonne geschützten kleinen Mulde. Weit seltner sind die Fälle des Verschwindens von Gletschern.

Aus dem Vordringen der Gletscher auf eine Alpenverwilderung zu schließen, wäre jedoch voreilig. Dasselbe braucht keineswegs auf einer steten Abnahme der mittlen Temperatur zu beruhen, sondern kann seinen Grund haben in secularen, d. h. lange Zeiträume umfassenden Schwankungen des

Temperaturganges, deren Ursachen uns noch unbekannt sind, ja die selbst zur Zeit noch mehr blos vermuthet werden.

Eine andere sehr wichtige Frage ist die, ob, um uns die Sache durch ein Beispiel deutlich zu machen, z. B. der Aargletscher in ununterbrochener langsamer Abnahme auf sein heutiges bescheidenes Maaß herabgesunken sei von seiner vorzeitlichen Größe, in welcher er das ganze Oberhaslithal bis hinunter ins Kirchet ausfüllte; oder ob dies so zu sagen im Sprunge geschehen sei, indem die Strecke, die zwischen seinem gegenwärtigen Ende und seinem vorzeitlichen Ende lag, durch irgend eine Katastrophe schnell abschmolz und auch nie wieder die Bedingungen fand, sich wieder zu ersetzen.

Es wird wahrscheinlich nie möglich sein, auf diese Frage eine genügende Antwort zu geben. Jedoch gehören einigermaaßen in dieses Gebiet die alten Moränen, die man oft weit ab von dem gegenwärtigen Gletscherende sich noch erstrecken sieht und doch deutlich als seine früheren Erzeugnisse zu erkennen sind; so daß man annehmen möchte, es habe sich der Gletscher plötzlich um ein großes Stück verkürzt. Es findet dies auch zuweilen wiederholt statt. Der Trioletgletscher auf der Südseite der Montblanc-Kette hat gegen Courmayeur hin zwei alte Moränen vor sich, von denen die nähere 1820 1200, die andere 6150 Fuß von seinem damaligen Ende entfernt war. Der Sirwottengletscher auf dem Simplon hat eine Stunde vor seinem gegenwärtigen Ende drei deutliche Moränen zurückgelassen. Diese alten Moränen sind oft bereits mit Hochwald bekleidet und mit Häusern bebaut.

Ueber das Alter der gegenwärtigen Gletscher ist natürlich im geschichtlichen Sinne nichts und nur insofern etwas zu sagen, als man wissen will, wie alt das Gletschereis war, was eben an seinem Ende abgeschmolzen ist. Es ergiebt sich aus der bekannten Länge des Gletschers und der durchschnittlichen Strecke, die er jährlich zurücklegt. Nimmt man z. B. die ganze Länge des Aargletschers von seiner oberen Firngrenze bis zu seinem unteren Ende zu 48,000 F. an und sein jährliches Vorrücken zu 150 F., so erneuert er sich von oben bis unten in 320 Jahren, d. h. das eben unten abschmelzende Eis befand sich vor 320 Jahren als Firn an der oberen Firngrenze. In der That hier eröffnet sich dem damit noch nicht Vertrauten eine ganz neue staunenerregende Seite geologischer Wirkungen der Gegenwart.

Knüpfen wir dieselbe an die Vergangenheit, wenn auch an die jüngste,

noch zu unserer gegenwärtigen Erdepoche gehörende an, so dienen uns dazu vor Allem die kennen gelernten geglätteten Felsen, die Rundhöcker, wie sie Agassiz nennt, oder roches moutonnées, wie sie Saussure nannte. Verfolgen wir die obere Grenze derselben an dem Unteraargletscher, so senkt sie sich vom Abschwunge, dem Vereinigungspunkte des Finster- und Lauteraargletscher zum Unteraargletscher, mit einer Neigung von 3 Procent am Rothhorn, Zinkenstock und Siedelhorn vorbei von 8400 F. Seehöhe auf 7350 Seehöhe herab, und bleibt dabei immer etwa 1800 F. über der jetzigen Oberfläche des Gletschers. Wir finden Rundhöcker mit allen Kennzeichen der echten Gletscherschliffe weit von aller gegenwärtigen Gletscherbildung z. B. in den Vogesen. Es dienen uns ferner die alten Moränen, denn wir finden Moränenblöcke in Entfernungen und auf Höhen, wohin jetzt kein Gletscher reicht, wohin sie auch nicht durch Eisflöße getragen worden sein können, wie es mit den erratischen Blöcken geschehen ist.

Man kann nicht leicht etwas Ueberraschenderes sehen, wenn man überhaupt achtsam zu sehen versteht, als hoch auf den Kalkbergen des südlichen Juraabhanges ungeheure Chloritschiefer-, oder Granit- oder Gneis-Blöcke aus dem viele Meilen davon entfernten Berner Oberlande oder den Walliser Alpen zu finden und ähnlich an vielen anderen Orten. In der Zeit, wo die Gletscher der Schweiz noch ihre alte Größe hatten, strahlten sie mit ihren eisigen Armen in die nördlich und südlich gelegenen Thäler und Ebenen aus, von der Grimsel bis Bern und Solothurn, von Chamouny und der Furka bis Genf, vom Tödi bis nach Rapperswyl und Zürich — überall hin haben sie ihre Moränenblöcke getragen, überall findet man diese heute noch. Obgleich nicht eigentlich mehr hierher zu rechnen, weil sie schon der Vergangenheit angehören, kann ich es dennoch nicht unterlassen, einige von diesen alten Moränenblöcken näher zu bezeichnen, welche als Erbstücke der erratischen Gletscher im Gebiete der Rhone zurückgelassen worden sind. Johann von Charpentier, der vor Kurzem verstorbene gründliche Forscher auf diesem Gebiete, hat in seinem Essay sur les Glaciers eine schöne Karte (du terrain erratique de la vallée du Rhône) veröffentlicht, auf welcher durch eine hellblaue Färbung das Gebiet bezeichnet ist, auf welchem solche Moränenblöcke verstreut sind, welche ihrer Gesteinsbeschaffenheit nach nur aus dem oberen Theile des Rhonegebietes stammen können. Dieses Gebiet umfaßt den nordwestlichen Theil des

Wallis, die Kantone Waadt und Freiburg, und einen Theil der Kantone Bern, Neuenburg und Solothurn, kurz beinahe die ganze nordwestliche Ebene der Schweiz. Doch sind die Blöcke zum Theil auch, wie schon angedeutet, auf bedeutenden Höhen abgesetzt worden, welche der einstmaligen Oberfläche des nun verschwundenen Gletschers entsprechen. Auf dem Chaumont, dicht hinter Neuenburg, finden sich Blöcke 2400 F. über dem Spiegel des Sees. Mit Recht erklärt Charpentier die ungleichmäßige Vertheilung innerhalb dieses Gebietes einmal durch den Einfluß des Landbaues und der Civilisation, denen die Blöcke theils im Wege, theils als Baustoff willkommen waren; ferner der Natur der Gletscher zufolge dadurch, daß man die meisten jener alten Moränenblöcke nur an den Rändern jenes großen Gebietes erwarten dürfe, wie, mit Ausnahme der Mittelmoränen, auch die Moränen nur an den Seiten- und Endsäumen der Gletscher liegen.

Statt vieler Beispiele führe ich nur einen dieser Riesenblöcke an, deren viele ihrer Größe wegen und wegen ihres überraschenden Auftretens an einem, ihnen ersichtlich fremden Orte mit Namen belegt worden sind. Es ist dies ein

Fig. 26.

Pierre à Dzo, alter Moränenblock im Rhonethal.

von Charpentier Bloc-monstre genannter Kalkblock, welcher, der größte ihm bekannt gewordene, bei der Saline Devens im Waadtlande auf Gypsterrain liegt und von dem Felsen des Thales von Avencon stammt. Er ist 54 F. lang, 45 F. breit und 61 F. hoch und seinen Inhalt berechnet Charpentier auf 161,000 Kubikfuß; also mit Recht ein haushoher Felsblock zu nennen. Von den 6 Abbildungen solcher Blöcke entlehne ich die des Pierre à Dzo, weil derselbe zugleich ein Bild von der eigenthümlichen Lage giebt, in der sich manche dieser Felsen befinden. Die Figuren vor demselben dienen als Maaßstab seiner Größe (Fig. 26.). Einen viel weiteren Weg als der Bloc-monstre mußte der 61,000 Kubikfuß große Block, von talkreichen Granit gebildet, zurücklegen, welcher aus dem Binnenthale, südlich vom Berner Oberlande, stammend, jetzt zu Steinhof bei Seeberg an der nordöstlichen Grenze des Kantons Bern liegt. Er wurde von dem Gletscher 60 Lieues weit transportirt.

Neben dem diplomatisch schleichenden Geiste der Gletscherwelt wohnt noch ein toller Poltergeist in den schneeerfüllten Kesselthälern der Hochalpen: die Lauine*). Nicht leicht tritt die zerstörende Gewalt des Wassers so jäh und schreckenerregend auf als in dieser Gestalt, wenn es auch in andern viel bedeutendere Wirkungen hervorzubringen vermag. Manche Alpenthäler, z. B. das Oberhaslithal, finden sich bald von links bald von rechts her mit weit vorspringenden, das Thal quer durchschneidenden Wällen und Halden von Felsblöcken unterbrochen, welche mit den Lauinen von den Uferbergen des Thales niederdonnerten. Wenn der Zug der Touristen die Einsamkeit der Alpenthäler belebt, ist diese zerstörende Macht des Schnees gewöhnlich schon ganz gebrochen und in die äußerste Grenze der Schneeregion gebannt. Die kühnen Kunststraßen, welche sich bis dahin versteigen, wissen durch gewaltige Galerien der Wuth der Lauinen zu entgehen. Es gehört aber zu den eine Schweizerreise charakterisirenden Genüssen, z. B. von der Wengernalp aus von dem gegenüberliegenden Stock, als dessen Mittelpunkt die reine Jungfrau in das Himmelblau aufragt, in den Mittagsstunden Lauinen herabkommen zu

---

*) Oder Lawine. In der Schweiz hört man jedoch stets Lauine sprechen; auch Tschudi schreibt im Thierleben in der Alpenwelt Lauine.

sehen. Man glaubt sich in der reinen Bergluft ihnen viel näher, als man ist und doch steht man in vollkommner Sicherheit, denn zwischen der Wengernalp und den steil abfallenden Wänden jener Bergriesen gähnt die tiefe Schlucht des unzugänglichen Trümmletenthales — die Rumpelkammer, in der sich aller Schnee und Trümmerschutt anhäuft. Erwartungsvoll, und selten um diese Zeit vergebens, ist Auge und Ohr hinüber gerichtet nach den unermeßlichen blendenden Schneemassen. Plötzlich kracht und donnert es da drüben, wie aus tausend fernen Geschützen — noch liegt aber Alles in todter Ruhe, denn vergebens sucht der eilig über die Schneefelder fliegende Blick eine Bewegung der Masse. Entweder läßt die große Ferne oder die versteckte Lage den Heerd der Bewegung nicht erkennen. Aber bald ist das durch vielfältigen Wiederhall verstärkte Donnern vorüber und am untern Saume der Schneeregion schießt aus einem vorher unbemerkten Spalte der Bergwand eine blendend weiße Schaumkaskade hervor und überschüttet den aus dem Trümmletenthale hervorsehenden Schuttkegel mit neuem Schnee. Dieser Schuttkegel zeigt von den vorausgegangenen Lauinenfällen alle Abstufungen vom reinen Weiß bis zum schmutzigen Aschgrau in abwärts laufenden lappenförmigen Ausbreitungen, so daß es aussieht, als sei zu verschiedenen Zeiten auf seiner Spitze ein Gefäß voll zäher bald heller bald dunkler grauer Farbe ausgeschüttet worden, und diese sei dann wie ein Lavastrom bald breiter bald schmäler, bald mehr bald weniger tief herabgeflossen. Die graue Färbung des oberflächlichen Schnees und deren Ursprung kennen wir von den immer schmutziger werdenden Flächen unserer abschmelzenden Schneefelder.

Dies ist die eine Form der Lauinen, ich möchte sie fast harmlos nennen, weil sie selten große Steine mit sich zu führen scheint; wir denken aber bei dem Worte Lauine nicht an sie, sondern an eine andere, die wir als das Sinnbild der Zerstörung kennen.

Es ist leicht zu errathen, daß bei der Bildung und Beschaffenheit der Lauinen der Temperaturgrad, der in der Region des ewigen Schnees gerade herrscht, von Einfluß sein müsse. Bei großer Kälte unterbleiben die Schneeball-Gefechte der munteren Jugend, weil sich dann der Schnee nicht ballt. So muß es auch in der Schneeregion sein, und man unterscheidet demnach zunächst kalte und warme Lauinen. Gewöhnlicher ist jedoch die Unterscheidung derselben nach dem Aeußeren ihrer Erscheinung und ihrer Wirkungen.

Die Lauinen sind in ihrem Erscheinen nicht in dem Grade vom Zufalle abhängig, als wir Ebenenmenschen anzunehmen geneigt sind, denn an vielen Orten herrscht darin einige Regelmäßigkeit der Wiederkehr. Hierzu trägt natürlich ein gewisser Grad der Neigung der Felsenwände und der Schneereichthum des Monats am meisten bei. Deshalb wird bei der Anlegung der Alpenhütten hierauf Rücksicht genommen, und solche „ungeheure" Orte vermieden. Der kundige Alpenbewohner sieht nicht selten das nahe bevorstehende „Niedergehen" oder „Losbrechen" einer Lauine voraus, und kehrt oft auf einem weiten Marsche nahe seinem Ziele wieder um und schlägt lieber einen großen Umweg ein; er weiß, daß seine Fußtritte eine Lauine an seiner Seite „antreten" könnten.

Dies gilt namentlich von den sogenannten Staublauinen, die als die gefährlichsten gelten. Ihr Niedergehen ereignet sich namentlich bei größeren Kältegraden, wenn bei anhaltendem Schneefalle der Wind große Schneemassen an stark geneigten Abhängen angeweht hat. Man nennt sie auch Wind- oder Schlaglauinen, weil ihnen ein furchtbarer Luftdruck vorausgeht, der allein schon Bäume und Hütten umzureißen vermag. Da ihr Niedergehen auf einem Herabrutschen großer Schneemassen beruht, so hat man an nicht gar zu gefährlichen Stellen mit gutem Erfolge an den unteren Grenzen solcher Rutschfelder hohe Steinwälle aufgerichtet. Die „heiligen Haine" unserer Altvordern finden in den Alpenhöhen ihr Seitenstück in den Bannwäldern; sie sind eben so unverletzlich, wie jene, und dienen zum Schutze der darunter liegenden Gebiete vor dem Andrange der Lauinen. Dennoch durchbrechen die Lauinen zuweilen die Bannwälder und hinterlassen in ihnen breite Gassen mit aufgerissenem Boden. Der Schweizer nennt sie Lauizug, der Tiroler Lahnenrunst. Ueberschreitet eine Lauine die enge Schlucht eines Baches, so füllt sie diese mit festem Schnee aus, welchen der Bach nach und nach durchbohrt, so daß eine Lauinenbrücke bleibt, die zuletzt meist verschwindet, sich aber alljährlich in gleicher Weise erneuert. Liegen solche Lauinenbrücken hoch genug nach der Schneegrenze hin, so erhalten sie sich auch lange Zeit und Schlagintweit erwähnt einer solchen, die sich seit 73 Jahren erhalten hatte. Ich traf Ende August im Hintergrunde des Lauterbrunnenthales den Rest einer Lauinenbrücke, d. h. die eine zu einem breiten Schuttkegel abgeschmolzene Seite derselben, die ebenfalls sehr alt sein mußte, denn

der Schnee war ganz und gar mit schwarzgrauem Schutt bedeckt, auf dem sich Alpenpflanzen angesiedelt hatten.

Diejenige Form der Lauine, in der wir uns dieselbe überhaupt gewöhnlich und zwar als das Sinnbild des Schreckens und der Zerstörung denken, die Roll- oder Grundlauine, ist viel weniger schädlich, als die Staublauine. Sie entsteht bei gelinder Witterung, wenn sich der Schnee ballt. Aber eine Roll-Lauine ist auch keineswegs immer ein einziger ungeheurer Schneeball, in welchem wir uns die auf ihrer Bahn weggerissenen Bäume und Felsentrümmer und Hütten wie die Nadeln im Nadelkissen feststeckend denken. Nur selten erreicht ein solcher Lauinenball die Größe von 30—40 Fuß; vielmehr ist eine Roll-Lauine ein Strom von zahllosen kleinen Bällen, die 1½—2 Fuß gewöhnlich nicht übersteigen. Diese sind dabei durch Aneinanderreiben und Stoßen ohne Zweifel in einem gewissen Wechsel des Bestehens und Umbildens begriffen, was ihre Bewegung mäßigt, so daß man solchen Lauinen, wenn ihr Sturz nicht durch eine sehr geneigte Ebene begünstigt wird, allenfalls entrinnen kann. Ihre Bewegung beträgt nur etwa 8—10 Fuß in der Sekunde. Der Grad ihrer Verheerung ist zum Theil von der Beschaffenheit des Bodens abhängig, über den sie rollt. Ist er feucht und nicht gefroren, so reißt die Lauine allerdings denselben bis auf den felsigen Untergrund mit hinweg, und dadurch werden bedeutende Nachtheile für die Alpenmatten herbeigeführt.

Wie sehr auch in dem Gebiete der Natur das „viribus unitis" gilt, wie kleine Kräfte in einmüthiger Vereinigung Großes bewirken können, das lehren auch die Lauinen. Es ist wiederholt beobachtet worden, daß an Stellen, wo sonst regelmäßig Lauinen niedergingen, diese ausblieben, wenn die geneigten Flächen, auf welchen die Ablösung der Lauinen zu beginnen pflegt, im vorhergegangenen Sommer ihres Grases nicht beraubt worden waren. Dies konnte nur geschehen wegen eines zeitigen und bleibenden Schneefalls, der sich durch Anschmelzen mit den Grashalmen fest verband und dann, da diese Verbindung eine vieltausendfältige ist, die ganze Schneemasse so fest an den begrasten Boden haften läßt, daß sie daran nicht herabgleiten kann. Dies hat die Alpenbewohner in Wallis auf den glücklichen Einfall gebracht, die Lauinen gewissermaßen festzunageln. Auf solchen Ursprungsstätten der Lauinen, fast immer fette Alpentriften, schlägt man in etwa fußweiten Abständen Pflöcke in

den Boden, die alsdann den den Winter über fallenden Schnee festhalten und ihn nur allmälig abschmelzen lassen.

Tiefe Alpenthäler mit hohen, in die Schneeregion reichenden Uferbergen, wie z. B. der obere Theil des Haslithales im Berner Oberlande, bieten zur Zeit des Touristenschwarmes, wo das Niedergehen der Lauinen gewöhnlich vorüber ist, das Bild der Zerstörung. Aus den tiefen Einschnitten der Thalwände, von denen man von unten oft nicht ahnt, daß sie die Ausgänge aus bedeutender Höhe herabkommender Felsengassen sind, erstrecken sich oft weit in das Thal hinein Wälle ganz frisch aussehender Blöcke von überraschender Größe, die dennoch durch den überwältigenden Druck des weichen Schnees herabgeworfen, vielleicht erst oben losgebrochen worden sind. Selten ereignen sich solche Lauinenfälle in sehr besuchten Gegenden noch im Spätsommer, weil dann der Schnee bis zur ewigen Schneegrenze hinauf abgeschmolzen zu sein pflegt, dafern nicht ausnahmsweise zeitige Schneefälle und darauf folgende milde Witterung neuen Stoff dazu bieten. Um diese Zeit beschränkt sich das Niedergehen von Lauinen auf die unzugänglichen Heiligthümer der Hochalpen, aus denen dem Reisenden meist nur von fern in der vorher beschriebenen Weise Kunde wird. Wenn wir aber mit aufmerksamen und geübten Blicken die Alpenwelt durchwandern, namentlich zu der Zeit, wo durch das den Sommer über stattgehabte Abschmelzen die Schneegrenze sehr hoch liegt, so erkennen wir, daß auch die Lauine eine der mancherlei Formen ist, in welchen das Wasser unausgesetzt an den Umrissen der Hochgebirge ändert und mäkelt.

Aber neben diesem gewaltsamen Wirken haben die Lauinen auch noch eine mit dem Gedeihen des Lebens in nahem Zusammenhange stehende Bedeutung. Es ist kaum möglich, sich von den unermeßlichen Mengen Schnees eine richtige Vorstellung zu machen, welche alljährlich durch die Lauinen unter die Schneegrenze herabgefördert werden. Blieben diese Massen an den Stellen liegen, wo sie als Schnee niedergefallen sind, so würden sie kaum bis zum Spätsommer abschmelzen, an schattigen Hängen gar nicht dazu gelangen und so würde vielleicht die Schneegrenze — die wir als nicht blos von der Seehöhe abhängig bereits kennen gelernt haben — allmälig tiefer herabsinken und das Weidegebiet der Alpenmatten immer mehr beeinträchtigen. Durch den Lauinenfall werden regelmäßig alle Jahre eine Menge Alpenmatten von den Schneelasten befreit. Dieser Lauinenschnee wird nun in den tieferen

Höhenstufen von den hier wirksameren Sonnenstrahlen und von Regengüssen schneller verzehrt, und ihr Wasser kommt den Tiefländern zu Gute, während der ewige Schnee seinen Wassergehalt denselben vorenthält. Tschudi*) hält daher die Lauinen trotz der von ihnen sonst angerichteten Verheerungen dennoch für eine vorwiegend nutzenbringende Alpenerscheinung.

Wir wenden uns nun zu der aufbauenden Thätigkeit des Wassers, welche der Natur der Sache nach sich in den meisten Fällen an die zerstörende unmittelbar anschließt, denn was das Wasser an dem einen Orte wegnimmt, wenn auch als vollständige Lösung, das muß es anderwärts wieder absetzen. Es kann ja kein Stäubchen aus dem Naturhaushalte der Erde verloren gehen.

Um an das eben Gesagte anzuknüpfen, führe ich zunächst einige Fälle der aufbauenden Thätigkeit des Wassers an, in denen es nicht mit roher mechanischer Gewalt Fremdes aufhäuft, sondern gewissermaßen mit eigenem Besitze geistig schafft. So möchte ich es nämlich nennen, wenn das Wasser einen festen Stoff abgiebt, den es bis dahin als Lösung unsichtbar umschlungen hielt, wie der Denker den weltgestaltenden Gedanken.

Wir wissen schon, daß chemisch reines Wasser sich nirgends in der Natur findet, sondern daß jedes Wasser fremdartige Stoffe in Auflösung enthält, bald in größerer, bald in sehr geringer Menge, und daß hierzu namentlich kohlensäurereiches und stark erwärmtes Wasser besonders geeignet ist. Eben so ist uns bereits bekannt, unter welchen Verhältnissen ein in Wasser aufgelöster fester Stoff aus demselben wieder ausscheiden und seine feste Gestalt wieder annehmen kann und annehmen muß. Die chemische Verwandtschaftskraft ist das diese Scheidung beherrschende Gesetz**). Haben wir gegen ein Trinkwasser den Verdacht zu großen Kalkgehaltes, den wir ihm freilich nicht ansehen, so brauchen wir nur einem Bierglas voll davon einige Tropfen Kleesäure beizumischen, welche den im Wasser verborgenen Kalk sofort nöthigt, als weißer Niederschlag das Wasser erst milchartig zu trüben, dann darin langsam zu Boden zu sinken und das Wasser wieder klar erscheinen zu lassen; der

*) Tschudi, Thierleben der Alpenwelt S. 228.

**) Vergl. S. 16 und folgende.

Chemiker sagt von diesem Vorgange: der Kalk wird aus dem Wasser gefällt.

Hier sei gelegentlich bemerkt, daß ganz reines Wasser keineswegs das beste Trinkwasser ist. Solches ist im Gegentheile fade und ermangelt der erfrischenden Kraft, welche es durch Kohlensäuregehalt gewinnt. Durch diesen erhält das Wasser freilich stets die fremden Beimengungen an löslichen Stoffen, welche wir uns, wenn sie nicht zu bedeutend sind, nicht blos ohne Nachtheil zu erleiden gefallen lassen können, sondern wodurch wir auch mancherlei zu unserem Körperbestande nothwendige Stoffe erhalten, z. B. den Kalk zur Erhaltung unserer Knochen.

Kalk ist derjenige feste Stoff, welcher dem Wasser am häufigsten beigemengt zu sein pflegt, weil er außerordentlich verbreitet ist und eine verhältnißmäßig große Löslichkeit besitzt. Kalkhaltiges Wasser enthält den Kalk als doppelt kohlensauren Kalk gelöst; einfach kohlensaurer ist in Wasser nicht löslich. Verliert also der in Wasser gelöste Kalk einen Theil seiner Kohlensäure, so kann er sich nicht länger darin gelöst erhalten. Diesen Verlust erleidet er durch die Berührung mit der Luft, in welche ein Theil seiner Kohlensäure entweicht. Die so bedingte Fällung erfolgt um so leichter, wenn das kalkhaltige Wasser erwärmt ist, oder über ihm eine feuchte Luftschicht ruht.

Die Bereicherung des Wassers mit Kalk geschieht, indem dasselbe kalkreiche Erdschichten, oder die Klüfte von Kalkfelsen durchrinnt und durch seinen Kohlensäuregehalt, der zu der Kohlensäure des Kalkes hinzutritt, diesen nun als doppelt kohlensauren Kalk auflöst. Tritt nun solches, viel aufgelösten Kalk enthaltendes Wasser zu Tage, so verliert es in der angegebenen Weise wenigstens den größten Theil desselben. Dadurch entstehen mancherlei zum Theil sehr bekannte Niederschläge von fester Kalksteinmasse, theils jetzt noch fort und fort, theils in der jüngsten Epoche der erdgeschichtlichen Vergangenheit, in der sogenannten Tertiärzeit.

Hier sind zunächst die Kalktuffe zu erwähnen. Es sind dies die bekannten, zu Beeteinfassungen und kleinen Felspartien in Gärten und neuerdings zu den beliebten Aquarien angewendeten löcherigen und von Röhren durchzogenen, fast schwammartig aussehenden gelbweißen oder braungelben Kalksteine, welche sich an vielen Orten Deutschlands finden, z. B. bei Weimar und bei Langensalza in Thüringen, bei Göttingen, Heiligenstadt

und Mühlhausen, in Robschütz bei Meißen in Sachsen, bei Königslutter im Braunschweigischen und anderwärts. Der Kalktuff ist das Erzeugniß sehr kalkhaltiger Gewässer, welche ihren Kalkgehalt auf ihrem mit faulenden Baumblättern bedeckten Boden, an darin wachsenden Schilf- und anderen Pflanzen als dicke Krusten absetzten. Daher zeigt der Kalksinter auch immer die Abdrücke dieser Pflanzentheile und die in ihm sich findenden Höhlen rühren von den nachher herausgefaulten Stengeln und Blättern der schilfartigen Pflanzen her. Sämmtliche Kalktuff-Lager scheinen der Tertiärzeit anzugehören, obgleich sie der Gegenwart sehr nahe stehen, denn die Pflanzen- und Thierüberreste darin gehören z. B. bei Robschütz sämmtlich noch lebenden Arten an.

Der sogenannte Süßwasserkalk ist nur eine dichtere und weniger lückige Form der Kalktuffe. Seine Bildung scheint sehr ruhig auf dem Grunde kalkhaltiger Gewässer stattgefunden zu haben und findet hier und da noch statt. Man findet darin oft ganz gerade verlaufende feine runde Kanäle, welche nichts anderes sein können, als der Weg für Luftbläschen (wahrscheinlich Kohlensäure), welche hier während der Ablagerung des Kalkes im Wasser fortwährend in die Höhe stiegen. Dies beweist für die ruhige Ablagerung der Süßwasserkalke.

Daß die Bedingungen zu der Bildung von Kalktuffen sich jedoch auch jetzt noch finden, zeigt der bekannte Sprudelstein von Karlsbad, der sich nicht nur an den Wandungen des heißen Sprudels ohne Unterbrechung schichtweise absetzt, sondern auch in das Wasser gehängte Blumensträuschen, Vogelnester und andere Dinge damit überzieht. Die einzelnen Schichten des Sprudelsteins, welche meist in allen Tönen von Braunroth und Ochergelb abwechseln, sind faserig. Er besteht aus derjenigen Unterart der Kalksteine, welche Arragonit heißt. Dieser Kalkniederschlag erfolgt so reichlich, daß man von Zeit zu Zeit den Sprudel davon durch Losbrechen befreien muß. Eine Abart des Sprudelsteins von eigenthümlicher Entstehungsweise ist der Erbsenstein. Ein Stück davon gleicht an Farbe und Gestalt einem Klumpen zusammengebackener Erbsen. In dem heißen, wallenden Wasser werden kleine Steinchen und Sandkörner fortwährend im Kreise herumgedreht, wie wir das in einem Kochtopfe sehen können, in welchem wenige Erbsen und Linsen gekocht werden. Während dieser ununterbrochenen Drehung setzt sich auf diesen Körperchen

eine feine Kalkschale nach der anderen ab, bis sie dadurch zuletzt so groß und schwer werden, daß sie die bewegende Kraft des Wassers nicht länger beherrschen kann und sie zu Boden fallen, wo sie in ihren Berührungspunkten oberflächlich zusammensintern. Dadurch wird bei der immer wachsenden Schicht niederfallender Kugeln in ihrem Innern das Wasser abgeschlossen und dadurch zeigen sich im Erbsensteine eine Menge Lücken, in welche das kalkabsetzende Wasser nicht mehr eindringen konnte. Von der Richtigkeit dieser Erklärung kann man sich zum Theil auch dadurch überzeugen, daß den Kern jeder solcher steinernen Erbse immer ein kleines Steinchen oder ein grobes Sandkorn bildet. Mochte dessen Gestalt auch eckig und unregelmäßig sein, so wurde durch die oftmalige Umhüllung und forwährende Drehung dieselbe doch zuletzt zur Kugelform ausgeglichen. Auf dem Durchschnitte eines solchen Erbsenkornes sieht man deutlich den im Mittelpunkte liegenden fremden Körper und um denselben zwiebelartig eine Menge dünner Schalen.

Nach einem anderen Vergleiche nennt man dieses Gefüge auch oolithisches oder Rogensteingefüge, indem man dabei an den Rogen der Fische denkt. In den Schichtensystemen der Juraformation kommen mächtige Kalksteinlager von oolithischem Gefüge, z. B. am Harz, vor. Daher nennen die Engländer diese Formation auch Oolithformation. Bei den Oolithen der Jura-Formation scheint jedoch die Bildung der Körner nicht so einfach, wie bei dem Erbsensteine erklärt werden zu können, da sie mancherlei abweichende Verhältnisse zeigen.

Von den Sprudel- und Erbsensteinen ist der Travertin schon dadurch verschieden, das er eine Fällung von Kalk aus kalten Quellen ist. Er bildet namentlich im mittlen und südlichen Italien bedeutende Felsen, die bei Ascoli über 300 F. hoch werden. Der Travertin ist entweder dicht oder schalig, und enthält oft organische Einschlüsse oder wenigstens deren hinterbliebene Abdrücke. Er bildet sich auch heute noch namentlich in den berühmten Marmorkaskaden des Anio oder Teverone bei Tivoli. Auch hat man in römischen Wasserleitungen die Rinnen dick mit Travertin überzogen gefunden.

Ich schalte hier die Schilderung der noch wenig bekannten „verfluchten Quellen" Hammam Meskhutin in der Regentschaft Algier ein, welche Moritz Wagner in seinen „Reisen in der Regentschaft Algier" (I. S. 305) giebt: „Der Weg nach Hammam-Meskhutin ist zu Pferde mühsam und schwierig.

Bald ging es über steile Abgründe, wo das Steingerölle hinter dem Reiter herdonnerte, bald durch überragende Bäume und so dichte Gesträuche, daß man bei jedem Schritt fürchten mußte, an den Aesten angespießt zu bleiben. Die „verfluchten Quellen" befinden sich in einem kleinen Bergthale voll schöner Pflanzen und Gebüsche. Das kochende Rauschen des großen Quellsturzes und die schwarzen aufwirbelnden Dampfwolken sind schon aus ziemlicher Ferne bemerkbar, aber ehe man des schönsten Anblickes von Hammam-Meskhutin genießt, verweilt der verwunderte Blick auf den seltsamen, pyramidenfömigen Felsenkegeln, die wie eine Masse isolirter arabischer Zelte aus dem flachen Boden sich erheben. Die Farbe dieser Steinkegel ist, wie ihre Größe, verschieden, von dem Aschgrau bis fast zur Hellweiße des Schnees. Die kleinsten sind 2—3 Fuß hoch, die beträchtlichsten erreichen eine Höhe von fast 20 Fuß. Der Anblick dieser bizarren Felsenfiguren, neben welchen allenthalben rauchende Dampfsäulen aus der Erde steigen, ist so gespenstig, das Phänomen scheint so übernatürlich, daß man in der ersten Ueberraschung sich beinahe versucht fühlt, der arabischen Säge über die Entstehung des Ortes Glauben beizumessen. Unter einem romantischen Volke, welches Wunder und Märchen liebt, ist die Sage über die Entstehung eines außerordentlichen Naturphänomens durchaus nicht auffallend." (Ich lasse die hier von M. Wagner eingeschaltete Fabel über die Entstehung der verfluchten Quellen weg). „Die Araber können oder wollen nimmermehr wie wir solche für sie räthselhafte Erscheinungen auf natürlichem Wege erklären. Jene Pyramidenkegel befinden sich sämmtlich auf einem ebenen Terrain. Das Wasser, welches dort kochend heiß an den verschiedensten Punkten aus der Oeffnung der Erde sprudelt und über das Thal hinfließt, enthält als Hauptsubstanz eine bedeutende Masse kohlensauren Kalkes, welcher sich auf der Erde absetzt in dem Maaße, als das Wasser verdampft. Auf diese Weise bildet sich dicht um das Mundloch der Quelle die erste weißröthliche Kalkschicht. Auf diese thürmt dann der Quellstrudel mit der Länge der Zeit immer neue Schichten, indem er zugleich mit seinem herabträufelnden Wasser den Durchmesser der untersten Schichten vergrößert. So erhebt sich nach und nach der Pyramidenkegel, bis der Strudel auf der äußersten Spitze durch seine eigne verhärtete Substanz verstopft wird. Ist dann mit der Vollendung der Kegelbildung der aus den Eingeweiden der Erde kommende Quellstrudel nicht versiegt, so wird er gezwungen, sich eine

andere Oeffnung zu suchen, da, wo das Erdreich seinem Ausflusse am wenigsten Widerstand leistet. Der Commandant Levaillant, der während seines Aufenthaltes zu Medschez-Hammar die Quellen häufig ganz allein besuchte, bemerkte eines Tages einen Quellsprudel, der soeben seinen Ausfluß erzwang, an einer Stelle, wo früher keine Oeffnung gewesen. Das Wasser dieses neuen Sprudels hatte in dem Augenblicke seiner Entstehung 80° Reaumur. An allen andern Punkten zeigen die Quellen selten über 70°; die geringste ist 71° R. Gewiß gehören daher diese Thermalbäder des Atlas zu den heißesten Quellen der Erdkugel. Obwohl noch bis auf den heutigen Tag keine chemische Analyse derselben gemacht wurde, so zeigt doch schon eine flüchtige Beobachtung, daß sie eine bedeutende Masse in Kohlensäure aufgelösten kohlensauren Kalk, kohlensaures Eisen und ziemlich viel Schwefelwasserstoff enthalten. Man gewahrt auf einem ziemlichen Umfange zu Hammam-Meskhutin neue Felsen in Bildung. Diejenigen, welche bei den Mundlöchern der Quellen zunächst sich befinden, sind schneeweiß, noch ziemlich weich und rein aus kohlensaurem Kalke gebildet. Etwas weiter entfernt sieht man Kegel, deren Bildung erst kürzlich vollendet ist. Ihre Farbe ist weißröthlich und der leichte Dampf, der bei einigen noch von der Spitze emporsteigt, beweist, daß der Kanal der Quelle sich erst ganz kürzlich verschlossen hat, und der Sprudel nun nach einem neuen Auswege kämpft. Endlich giebt es in großer Zahl schon längst gebildete Felsen, deren Quelle völlig versiegt und deren graue Substanz fast so hart wie Granit ist. Auf dem Plateau des rechten Ufers des Flusses Seybuß zwischen Medschez-Hammar und Hammam-Meskhutin gewahrt man auch zwei Felsensysteme, bei welchen die Pyramidenkegel und übrigen Steinbildungen der versiechten Quellen sehr deutlich wieder erscheinen. Beide kommen einander an Form, Bau und Zusammenhang vollkommen gleich. Es kann kein Zweifel sein, daß sie auf dieselbe Art und durch dieselbe Ursache hervorgebracht wurden, obwohl an jenem Orte sich heutiges Tages keine Spur mehr von der Gegenwart der Quellen zeigt. Jene Felsenbildung scheint überdies zu beweisen, daß der Ausgangspunkt der Gewässer sich im Laufe der Zeiten öfters verändert hat."

Die viel geringere Löslichkeit der Kieselerde (oder wie es richtiger heißen muß, der Kieselsäure, da der gewöhnlich so genannte Kieselstein eine Verbindung von Kieselerde — Silicium — und Sauerstoff ist) läßt uns schon vermuthen, daß Kieseltuffe und Kieselsinter weit seltner und in geringeren

Massen vorkommen, als Kalktuffe und Kalksinter. Sie bilden sich daher fast nur in sehr heißen Quellen, vor allen in den heißen Quellen von Haukadal auf Island, welche den Namen Geysir führen, während man diesen Namen irrthümlich blos dem größten dieser wunderbaren Sprudel giebt. Indem ich hier nur ihr Erzeugniß anführe, behalte ich mir für den fünften Abschnitt eine ausführliche Schilderung derselben vor. Der große Geysir hat sich aus Kieselerde, die sich aus seinem erkaltenden Wasser rings um seinen Schlund niederschlägt, einen untertassenförmigen Kessel gebildet, der gegen 12 F. hoch und am innern oberen Rande 56 F. weit ist. Eine neuere Beschreibung von dem Amerikaner Pliny Miles berichtet, daß im weitern Umkreise um den Krater sich Kieselsinter absetzt, und zwar je ferner von diesem, desto mehr, weil die Fällung der Kieselerde durch das Erkalten des Wassers, also anders als bei dem Kalke, bedingt ist. Das nur 2° unter dem Siedepunkte stehende kieselhaltige Wasser durchdringt die Blätter und Stengel der am Boden wachsenden Pflanzen so vollkommen, daß sie mit vollständigster Erhaltung ihres Zellengewebes und ihrer äußeren Form in Kieselstein verwandelt werden. Etwa 150 Schritt vom großen Geysir fand Pliny Miles erdige Ablagerungen von prachtvoll blau, roth und weiß gefärbtem Thon in Schichten von scharf gesonderten Farben. Sie kamen aus einem Erdloche, in welchem siedender Schlamm sprudelte. Es zeugt von dem tiefen Ursprunge und der gegenseitigen Unabhängigkeit jener heißen Quellen, daß der nur 130 Schritt vom großen Geysir entfernte Stokkr keinen Kieselsinter absetzt.

Der für den Unkundigen so viel Räthselhaftes und Wunderbares an sich tragende Versteinerungsproceß geht also noch vor unseren Augen vor sich und diese modernen Versteinerungen erlauben uns einen Schluß auf die Bildungsweise der Versteinerungen selbst in den ältesten Schichten der Erdrinde. Solcher versteinernden und zwar verkieselnden Quellen giebt es an vielen Orten der Erde. Zu den berühmtesten gehören die heißen Quellen von Fournas auf der azorischen Insel St. Michael, welche eine Kieselsinterschicht von 30 F. Mächtigkeit abgesetzt haben, in welcher sich viele versteinerte Pflanzenreste finden. In den meisten, wenn nicht in allen Fällen, war das versteinernde Mittel zu allen Zeiten eine wässerige Lösung eines Minerals, und der Naturforscher Göppert in Breslau hat schon vor langer Zeit auf dieser Ansicht fußend, künstliche Versteinerungen gemacht. Oft aber geht der Versteinerungs-

proceß sehr langsam vor sich. Die noch unter Wasser stehenden Holzpfähle der im Jahre 104 bei Belgrad von Trajan über die Donau gebauten Brücke sind erst einen halben Zoll tief verkieselt.

Hier schließt sich unmittelbar eine andere Form der aufbauenden Thätigkeit des Wassers an, welche im Verborgenen stattfindet, und dort von den Reisenden ihrer abenteuerlichen Schönheit wegen aufgesucht wird. Ich meine die Tropfsteinhöhlen. Manche Gebirgsarten, namentlich auch aus Kalkstein gebildete, sind reich an unterirdischen Höhlen, von deren Gewölben das Wasser tropfenweise niederträufelt, welches theils als Regenwasser außen auf ihre Gewölbe niederfällt, und nach und nach durch die Decke aus den Fugen und Klüften niedersickert, theils in feinen Quellenfäden die Gesteine der Wölbung durchrinnt. Das Regenwasser, namentlich das nach längerer Trockenheit zuerst niederfallende, ist reich an Kohlensäure, und vermag daher auf diesem langen Wege durch Kalkgesteine etwas Kalk aufzulösen. Kommt es dann an der Decke einer Höhle an, so läßt es beim Abtropfen einen Theil desselben an der Abtropfstelle zurück und ein anderer Theil wird, wenn die Bodenbeschaffenheit dazu geeignet ist, unten auf der Auffallsstelle ausgeschieden. So ist diese geheime Bauarbeit zum Theil von dem Regenwetter an der taghellen Außenseite abhängig und man kann sich in einer Tropfsteinhöhle des Staunens darüber nicht erwehren, daß all' diese bizarren Bildungen das Werk kleiner Tropfen sind, die man in der Grabesstille um sich her fallen hört, in einem schnell vorübergehenden Lichtblitze aufsprühend, wenn in ihrem Fallen der Schein unserer Leuchte über sie hinstreicht. Sagt uns nun der bejahrte Führer, daß er diese Stalaktiten, von denen die bildenden Tropfen fort und fort abfallen, niemals kleiner kenne, so sind wir geneigt, den langsamen Verlauf der Tropfsteinbildung zu einem Maaßstabe der Altersbestimmung der Erde zu machen. Und in der That, ist das Auflösungsvermögen und der Zufluß des Wassers zu allen Zeiten hier das Gleiche gewesen, wie heute, so lassen sich schon aus der Mächtigkeit vieler Stalaktiten Jahrhunderttausende für das Bestehen der Tropfsteinhöhlen herausrechnen, die ja wiederum erst entstanden sein können, als sich die Gebirgsschichten — zuweilen wie auf dem Karst Illyriens jungen Formationen angehörend — bildeten, in denen sich die Höhlen befinden.

Die Aehnlichkeit der Eiszacken an den Dächern und an quelligen Felsen-

wänden mit den Stalaktiten deutet schon auf eine Aehnlichkeit in der Bildungsweise beider, die sich auch darin verräth, daß beide oft eine hohle Axe und ein concentrisch schaliges und zugleich krystallinisches Gefüge haben. Wie schon erwähnt, so wächst dem sich abwärts verlängernden Stalaktiten ein senkrecht darunter begonnener aufwärts entgegen, wenn die abgefallenen Tropfen auf einen festen Boden fallen. Letzteren nennt man zum Unterschiede von jenem Stalagmit. Auf diese Weise sind die dicken und rauhen Säulen, welche ich an 100 F. lang in der Adelsberger Höhle in Krain sah, meist aus zwei zuletzt zusammengestoßenen Hälften entstanden, an denen die kleinen Werkmeister gleichzeitig bauten und — sich dabei im Lothe nicht irrten. Das untere Ende der Stalaktiten ist fast immer spitz, während die in fortdauerndem Wachsthume begriffene Spitze der Stalagmiten meist platt ist. Die so sich ergebende erste Gestalt einer eben aus zwei Hälften verbundenen Säule gleicht sich nach und nach aus, indem das ununterbrochen herablaufende Kalkwasser die Unterbrechung der Verbindungstelle ausfüllt. An vielen Stellen der Adelsberger Höhle fand ich den Boden mit wurmförmig gekrümmt verlaufenden flachen und niedrigen stalagmitischen Wülsten bedeckt, in denen leicht ein Abbild des Verlaufs der an der hohen, für keine Fackelbeleuchtung erreichbaren, Decke hängenden Stalaktiten zu erkennen war. Besonders reich an Tropfsteinhöhlen ist das schon erwähnte Karstgebirge Krains, wo mir 1835 erzählt wurde, daß man während eines Sommers 30 neue Tropfsteinhöhlen entdeckt habe.

Uebrigens ist die Tropfsteinbildung nicht auf diese Höhlen beschränkt, sondern der aufmerksame Beobachter findet sie wenigstens im Kleinen an vielen Orten, z. B. an der Wölbung alter Stolln in kalkreichen durchlässigen Felsarten und an den feuchten aus Kalksteinen gebauten Werkstücken von Brücken- und Wasserleitungs-Bögen.

Wundern sich meine Leser vielleicht, daß ich hier die Stalaktitenbildung, deren Werke nie zu Tage kommen, die also auch zur sichtbaren Veränderung der Erdoberfläche nichts beitragen können, als ein Beispiel der erdgestaltenden Macht des Wassers anführe, so erinnere ich sie, daß unser Zeit- und Raummaaß nicht das der Erdgeschichte ist, und daß unterirdische Umgestaltungen der Erdrinde dennoch auch Umgestaltungen sind.

Unter den Metallen ist das Eisen das am allgemeinsten und in den

größten Massen verbreitete, und es giebt kaum eine Boden-Analyse, welche nicht Eisengehalt nachweist. Daher enthält auch das Wasser nicht selten Eisen in Lösung, wenn auch in geringerer Menge als den Kalk, und daher geschieht es, daß solche Eisenwässer durch Fällung ihres Eisengehaltes Eisenerze bilden können. Es ist bekannt, daß die rothe und gelbe Farbe der Sand- und Kieslager und der Ackererde von Eisengehalt herrührt, daß Eisen unser Blut roth färbt.

Unmittelbar unter der Grasnarbe mooriger Wiesen und der Torfmoore findet sich oft eine meist nur wenige Zoll dicke Schicht einer schwarzen, löcherigen, erdigen Masse, welche mehr oder weniger fest zusammenhängt. Dies ist das sogenannte Wiesenerz, Sumpferz, Morasterz oder Raseneisenerz, eine Verbindung von Eisenoxydhydrat und phosphorsaurem Eisenoxyd mit Beimengungen von Kalk, Thon, Sand und Humus. Es bildet sich durch Einwirkung von Wasser, welches kohlensaures Eisenoxydul aufgelöst enthält, auf faulende Pflanzenüberreste. Das Raseneisenerz giebt ein schlechtes Eisen, da es auf dieses immer seinen Phosphorgehalt überträgt, wodurch dieses unter Mitwirkung von Pflanzen aus eisenhaltigem Wasser hervorgebrachte Erz sich immer auszeichnet. Höchst wahrscheinlich betheiligen sich bei der Sumpferzbildung auch mikroskopisch kleine Pflänzchen, die Gallionellen, aus der Gruppe der Spaltalgen (Diatomeen).

Wir haben jetzt einige Werke des gestaltenden Wassers kennen gelernt, welche ich vorhin mit dem selbsteigenen Zeugen des schaffenden Geistes verglich. Wir wenden uns nun zu solchen Werken des Wassers, welche es mit mechanischer Gewalt aufführt.

Dieselben lassen sich unter dem gemeinsamen Namen der Sedimentgebilde zusammenfassen, wofür wir die deutschen Bezeichnungen Ablagerung, Anschwemmung oder Bodensatzbildung anwenden können. Ihre Bildung beruht einfach darauf, daß die Werke der Verwitterung und jeder andern Art der Abtragung der Erdoberfläche vom Wasser zusammengeführt werden, und in diesem nach dem Gesetze der Schwere sich zu Boden setzen.

So entstandene Lager von Kies und Steinen unterscheiden sich also von

alten Moränen (S. 175) immer schon dadurch, daß in ihnen die größeren und schwereren Brocken stets zu unterst liegen, während wir hierin bei den Moränen im Einklange mit ihrer Entstehungsweise ein regelloses Durcheinander gefunden haben.

Das Material zu den Sedimentgebilden gewährt demnach alles das, was sich von der festen Erdrinde abgelöst hat und der bewegenden Kraft des Wassers anheim fällt. Man hat dafür in der Wissenschaft das Wort Detritus erfunden, was Abgeriebenes bedeutet; wir können uns aber dafür des Wortes Schutt bedienen, wenn nicht dieses Wort durch den Sprachgebrauch eine etwas zu enge Bedeutung hat und z. B. den Sand ausschließt.

Die Ablagerungen aus Wasserfluthen, vorübergehenden sowohl wie stetigen, verknüpfen die jüngste geologische Vergangenheit mit der gegenwärtigen Oberflächenumgestaltung der Erde so innig, daß man oft in Zweifel ist, ob eine solche Bildung eine neuzeitliche oder eine der letzten geologischen Katastrophe sei. Die Wissenschaft unterscheidet auf diesem etwas streitigen Grenzgebiete der Erdgeschichte ein Diluvium und ein Alluvium, jenes der jüngsten Erdvergangenheit, dieses dem gegenwärtigen Zeit-Abschnitte des Erdlebens zuweisend. Die Werke beider sind einander oft zum Verwechseln gleich und oft ist es blos durch spärlich in ihnen vorkommende Versteinerungen ausgestorbener Thier- oder Pflanzenarten möglich, sie als dem Diluvium und nicht dem Alluvium angehörige zu erkennen.

Fast in allen ebenen oder sanft welligen Ländergebieten treffen wir unter der Dammerde auf mehr oder weniger mächtige Ablagerungen von Sand und Kies. Wir können nicht zweifeln, daß sie die Rückstände großer Wasserfluthen sind, und doch sehen wir uns jetzt vergeblich nach dem Wasser um, von dem dies herrühren könnte. In diesen Fällen haben wir Diluvialgebilde vor uns. Finden wir dagegen z. B. zwischen Meißen und Dresden eine Stunde breit das Elbthal mit Sand und Kies ausgefüllt, über dem der Fleiß und die Beharrlichkeit des Landmanns sich einen Ackerboden geschaffen hat, so müssen wir dies für das Werk der früheren Größe der Elbe halten, von welcher dieser Fluß freilich tief herabgesunken ist und noch fortwährend herabsinkt. Es ist eine Alluvialbildung.

Indem wir nun zu einer Betrachtung der jetzt noch stattfindenden Anschwemmungen übergehen, so können wir dieselben nach verschiedenen Gesichts-

punkten anordnen. Wir können sie als sich stetig bildende, als periodisch wiederkehrende und endlich als zufällige Bildungen auffassen. Wir können sie aber auch in ihrer örtlichen Beziehung zum Wasser als solche Anschwemmungen betrachten, welche unter dem Wasserspiegel verborgen bleiben oder wenigstens nur theilweise über denselben hervortreten, oder welche von dem wieder abfließenden Wasser zurückgelassen werden. Auch nach der Verschiedenheit des Stoffes könnten wir diese Gebilde als Sand-, Lehm- Geröll- oder Trümmer-Anschwemmungen unterscheiden. Wir dürfen nur an die verschiedenen Gestalten denken, in denen das Wasser auftritt: an den vom Regen oder Schmelzwasser angeschwollenen Gebirgsbach, an die Fluthen eines Platzregens oder Wolkenbruchs, an die drängende Gewalt eines majestätischen Stromes und dessen endliche Einmündung in ein Meer oder einen See, an einen Deichbruch, an die Wurfkraft der Meeresbrandung, um uns zugleich ein Bild von all den denkbaren Anschwemmungen zu machen. Die Betheiligung des Wassers an der Umgestaltung der Erdoberfläche als Lauinenschnee oder als Gletschereis haben wir schon kennen gelernt.

Auch hier kann ich nicht unterlassen, meine Leser und Leserinnen zu bitten, an diese Werke des Wassers nicht den Maaßstab der Berge zu legen. Seit der gegenwärtigen Erdepoche arbeitet das Wasser auf dem Grunde der Meere ununterbrochen an der Anhäufung neuer Erdschichten, die vielleicht bereits nicht minder mächtig sind, als die steilen Quadersandsteinfelsen der sächsischen Schweiz, die uns imponiren, weil sie mit uns auf dem Ufer der Elbe stehen. Für jene verborgenen Werke des Meeresgrundes fehlt vielleicht blos die vulkanische Hebekraft, welche sie uns sichtbar machen könnte. Ist auch das Bödeli zwischen dem Thunersee und dem Brienzersee, worauf Interlaken liegt, wie der Name dieses reizenden Ortes andeutet*), uralt, so sind die beiden Lütschinen doch noch da, welche von den Gletschern seit undenklichen Zeiten Schutt und Sand herbeiflößen und den einstmals Einen See durch Einschwemmung des Bödeli theilten. Die Aare, welche diese beiden Seen dennoch in Verbindung hält, hat von Meiringen bis Brienz das Unterhaslithal gebildet, und sie setzt dieses Werk noch immer fort, indem sie seitwärts Brienz noch immer Massen von feinem Sandschlamme in den See hin-

*) Inter lacus: zwischen den Seen.

ausspült und dadurch diesem unmerklich aber sicher einen Schuhbreit um den andern abgewinnt.

Viele, wenn nicht alle in Rede stehenden Bildungen lassen sich im Kleinen, wie an Modellen nach einem jeden tüchtigen Gewitterregen studiren, und anstatt meine Leser mit ihnen nach bloßen Beschreibungen bekannt zu machen, lade ich sie ein, nach Durchlesung der folgenden Seiten, welche eine Schilderung der Wirkungen eines starken Gewitterregens versuchen wollen, hinauszugehen nach einem solchen auf die Fluren ihres Wohnortes, welche dann für einen Tag eine prächtige Modellkammer zum Studium der physischen Geographie sein werden, bis der Landmann mit Hacke und Schaufel die für ihn nicht lehrreichen, sondern nur nachtheiligen Spuren verwischt haben wird.

Wir finden uns auf freiem Felde. Die Ueberreste der Wolken schwimmen einzeln am blauen Himmel und nur am tiefen, fernen Horizonte wetterleuchtet es noch schwach aus der schwarzgrauen Wand, die vor einer halben Stunde hier sich ihrer Fülle entlud. Glänzende Haufwolken haben sich auf ihr gelagert und werfen blendend das Sonnenlicht zurück. Doch heute sollen uns nicht die wandelreichen Himmelsdekorationen und die in erfrischtem Grün strahlenden Baumwipfel erfreuen — wir wollen lernen auf kothigen Pfaden, die wir heute zum ersten Male um ihrer selbst willen betreten. Ueberall sehen wir die Spuren des verschwenderisch gefallenen Regens. Unser Weg führt uns einen erhöhten Feldrain entlang. Das zur Rechten hinter ihm liegende Feld hat einen steinigen Boden und steigt sanft aufwärts. In der Richtung seines Ansteigens verlaufen die Ackerfurchen und eine derselben, welche besonders tief aufgerissen die Grenze gegen des Nachbars Feld bildet, ist ein Rinnsal für einen kleinen Wasserstrom gewesen, welche von dem Felde herab über den hohen Rain auf den Feldweg hinab schoß. Er hat uns ein Modell hinterlassen. Das Wasser brachte Erde und Steine die Furche entlang und lud sie im Herabstürzen über die Kante des Raines, in der es sich einen Einschnitt auswusch, als einen kleinen an die Böschung des Raines sich anlehnenden Berg, als einen sogenannten Schwemmkegel zurück. Insofern hier das anschwemmende Wasser sofort wieder verlief, so würden wir diesen Schwemmkegel von einem — durch Aufschütten ohne Wasser entstandenen — Schuttkegel nicht unterscheiden können, wenn wir nicht in der Umhüllung seiner Oberfläche und seiner Steine mit einer feinen Schlammschicht die Wasser-

betheiligung deutlich erkennen könnten. Beiläufig gesagt können wir die Bildung der echten Schuttkegel an tiefen Hohlwegen mit steilen Wänden und in Steinbrüchen sehr leicht kennen lernen. Die von der oberen Kante ihrer Wände sich nach und nach ablösenden Erdklümpchen oder Steine fallen an den Fuß der Wand nieder und bilden so nach und nach eine gewöhnlich unter etwa 30° geneigte Böschung, welche den Fuß der Wand bedeckt und dabei zugleich an Hohlwegen deren Sohle immer mehr verengt.

Unser Weg führt uns an eine kleine muldenförmige, einige Klafter große Vertiefung eines Ackers, welche dessen Besitzer zu seinem Schaden unausgefüllt gelassen hat. Wir finden sie mit Sand ausgefüllt, welchen der Regen aus dem etwas höher liegenden Feldwege hineingeschwemmt hat. Dem Eintrittspunkte gegenüber hat sich jedoch das Wasser in eine noch tiefere Bahn einen Ausweg gewaschen und so hat es eben jene Anschwemmung alsbald wieder verlassen. Dies können wir an dieser selbst schon sehen, denn sonst könnten wir glauben, es sei durch die Anschwemmung hindurch in den Boden eingedrungen. Das ist aber nicht der Fall, denn wenn es so wäre, so würden wir die Ablagerung oben mit einer zarten Schlammschicht bedeckt finden, welche das ruhig abwärts in den Boden dringende, sich filtrirende Wasser zuletzt abgesetzt haben müßte. Wir finden diese feine Schlammschicht aber nicht, und daher muß das Wasser, noch bevor es diese feinsten Theilchen fallen lassen konnte, breit abgeflossen sein. Auch dies können wir nachweisen, denn wir sehen die Oberfläche der Anschwemmung nicht glatt und eben, sondern von beinahe regelmäßigen Wellenlinien quer durchzogen, was von dem Wellenschlage des breit abgeflossenen Wassers herrührt. Vielleicht haben wir in dieser Wellenoberfläche der Anschwemmung sogar ein Denkmal der während des Abfließens stattfindenden Windrichtung. Untersuchen wir das Innere der Anschwemmung, so finden wir von oben herein eine mehrere Zoll dicke Schicht feinen Sandes, dann kommt eine Schicht kleiner Steinchen und zu unterst liegen die zuerst zu Boden gefallenen gröberen Brocken. Dieselben Verhältnisse der Vertheilung finden wir auch bisweilen bei großen diluvialen und alluvialen Ablagerungen, bisweilen aber auch nicht, sondern wir finden sie nur aus Sand und nach unten höchstens aus feinem Kies gebildet. Unsere Modellkammer bietet uns auch hierzu eine Erklärung. Das aus jener Vertiefung wieder abgeflossene Wasser hat seinen Weg, wie wir leicht verfolgen können, weiter abwärts nach einer

etwas tiefer liegenden Stelle der Flur genommen, bis es an eine frisch aufgebrochene kleine Vertiefung, die zur Abwehr eines unbefugten Pfades gemacht ist, ankam und in ihr in den Boden eindrang. Hier hat es sich vollständig filtrirt und wir finden diese Vertiefung zur Hälfte mit feinem Sand und oben mit Schlamm ausgefüllt. Wären wir zuerst an diesen Punkt gekommen, so hätten wir uns veranlaßt gesehen, uns nach einem weiter aufwärts liegenden Orte umzusehen, wo die gröberen Theile zurückblieben. Bei Diluvial- und Alluvialschichten, die aus feinen Massen bestehen, würde es einer, freilich weite Gebiete umfassenden, Untersuchung vielleicht gelingen, dieselbe Erklärung zu gewinnen. Aber eben so oft würden wir vergeblich nach einem oberwärts liegenden Depot der gröberen Massen suchen, weil die Feinheit nicht immer auf einer Sonderung, sondern auch auf einer Zertrümmerung und Zerreibung der ganzen bewegten Masse beruhen kann, wenn der Weg ein sehr langer und die strömende Gewalt eine sehr große war.

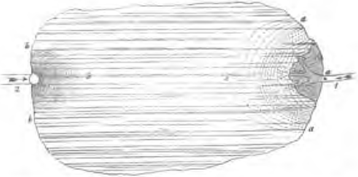
Wir kommen jetzt an eine ziemlich tief liegende Feldlache, deren sonst klares Wasser wir jetzt trüber finden. Sie hat nach der einen Seite hin ein sehr seichtes, flaches und an der entgegengesetzten ein steiles Ufer. Von der flachen Seite her hat sich ein kleiner Regenstrom eine Rinne nach der Lache ausgewaschen und eine fast halbkreisförmige feine Sandschicht auf das seichte Ufer in die Lache hinausgeschoben. Diese Schicht gelangte zuletzt über den Wasserspiegel empor und in diesem Theile derselben grub sich das fort und fort zufließende Wasser sogleich wieder Kanälchen, die sich sogar verzweigten.

Wir haben hier das kleine Modell einer berühmten Erscheinung, denn wer kennt nicht die Deltabildungen und namentlich das Nildelta? Obgleich buchstäblich jeder nur einigermaßen erhebliche Regenguß kleine Delta's bildet, so will ich doch dem vor uns liegenden mit einigen Figuren zu Hülfe kommen. Fig. 27. stellt einen senkrechten Durchschnitt unserer Lache dar. Der Wasserspiegel ist durch w bezeichnet und f f ist der Durchschnitt des Bettes der Lache, die wir rechts sehr seicht und links tiefer sehen. Von 1 her ist ein Regenströmchen gekommen und hat die Sandschicht a a a eingeschwemmt, die sich an ihrem Anfange etwas über den Wasserspiegel erhebt. Diese Sandschicht ist ein kleines Delta. Noch besser werden wir dies durch Fig. 28 verstehen. Sie gewährt uns einen Blick auf den Wasserspiegel bis hinunter auf den Grund, den wir an unserer jetzt trüben Lache in der Wirklichkeit nicht sehen

Fig. 27.

Zur Erklärung des Schwemmkegels und des Delta. Senkrechter Durchschnitt durch eine Lache, w, und deren Ufer und Bett (ff); 1 und 2 Einströmungen des Wassers, a a a Delta, b b Schwemmkegel, c b gedachte Linie des Schwemmkegels.

Fig. 28.



Oberflächenansicht der vorigen Lache, die Bezeichnung wie in voriger Figur, übrigens siehe den Text.

können. Bei 1 sehen wir die Rinne, durch welche das Regenwasser in der Pfeilrichtung einströmte. a a a a giebt uns den Grundriß des Delta's an, dessen Schichtenringe, so weit sie unter Wasser liegen, punktirt angedeutet sind. Die über dasselbe hervorgetretene oberste Schicht des Delta's ist senkrecht schattirt und wir bemerken darin eine sich mehrfach verzweigende Fortsetzung des Kanals, auf welchem das Wasser geflossen kam. Wäre dieser Wasserzufluß ein dauernder, so würde auch diese Verlängerung des Kanals dauernd werden, und wir würden sehen, daß in diesem Falle sich das Wasser erst das Material zu einem Grunde selbst herbeischafft und dann in diesem sich das Rinnsal

wäscht. Genau so ist es mit dem Nil, dem Ganges und anderen Strömen, welche aus einem flachen Uferlande in eine sehr seichte Meeresstelle einmünden. Ihre Einmündungsstelle lag einst viel weiter rückwärts, als sie gegenwärtig liegt. An unserem Regenströmchen lag sie zuerst da, wo auf unserer Fig. 28 ein Kreuzchen steht, jetzt liegt sie, in drei gespalten, bei den drei kleinen Kreisen. Blicken wir einmal über unser kleines Lachendelta hinaus auf die großen Delta's unserer Riesenströme, so müssen wir uns zunächst daran erinnern, daß der Ganges in hundert Jahren eine Kubikmeile Land in das Meer schafft. Wenn nun der größte Theil davon bald nach seinem Eintreten in das Meer zu Boden fallen wird, so begreifen wir, daß allein dieser Strom nicht unbeträchtliche Strecken festen Landes geschaffen haben muß und noch fort und fort schafft.

Das geht freilich nur so lange, als die vor der Mündung liegende Meerestiefe eine sehr geringe ist. Ist die äußerste Grenze dieser Untiefe von der Deltabildung erreicht, und es nimmt dann, was sehr oft der Fall ist, die Meerestiefe auf einmal sehr jäh zu, so sinkt der eingeführte Schlamm in die Tiefe hinunter und es kann Tausende und noch mehr Jahre erfordern, ehe diese Tiefe ausgefüllt ist und die Deltabildung von Neuem vorschreitet.

Dieser Gedanke an eine jähe Tiefenstufe des Meeresbodens führt uns zu unserer Lache und zu unseren Figuren zurück. Wir beachten nun auch das, was an dem steilen Ufer, dem kleinen Delta gegenüber, auf dem hier tiefer liegenden Grunde der Lache geschehen ist. Wir sehen auf Fig. 27 hier eine schräg an das Ufer unter dem Wasserspiegel angelehnte Aufschüttung, bb, welche von 2 herkommend in der Richtung des gekrümmten Pfeiles mit dem hier einfließenden Wasserströmchen eingebracht wurde. Wir haben einen echten Schwemmkegel vor uns und wir sehen leicht, daß die Bildung eines solchen von der eines Delta's nur durch die Verhältnisse des Ufers verschieden ist. Auch dieser Schwemmkegel ragt mit seiner Spitze über den Wasserspiegel hervor, was neben der Wassertiefe lediglich von der Dauer und von der Menge der Zufuhr abhängt. Er hätte eben so gut unter dem Wasserspiegel verbleiben und die Begrenzung der Linie b c erhalten können. Fig. 28. 2 b b b bedarf nach diesen Bemerkungen nun wohl kaum noch einer Erklärung. Wir sehen die Rinne des Einstromes (2 mit dem Pfeile) und den Grundriß des Schwemmkegels b b b.

An den Ufern der Schweizer- und anderer Seen mit hohen Ufern sieht man häufig solche Schwemmkegel, welche von Bächen in sie hineingeführt wurden und nach den Umständen des Wasser- und Schuttreichthums derselben fortwährend vergrößert werden. Vermißt man sie an der Einmündungsstelle eines Wildbaches, obgleich diese immer zeitweilig große Mengen von Schutt mit sich fortreißen, so kann dies nur daher kommen, daß an ihrer Einmündung das Ufer schnell zu bedeutender Tiefe hinabsinkt, wo ein Taucher den oben vermißten Schwemmkegel sicher finden würde.

Das große Geheimniß, wie man nicht unpassend das Meer zuweilen nennen hört, bedeckt mit seinem Schleier ohne Zweifel so viele Schwemmkegel, als große Ströme an tiefen Uferstellen in dasselbe einmünden.

Jeder Strom wälzt Jahr aus Jahr ein unermeßliche Mengen von Schlamm in das Meer, wo er zu Boden fällt und Ablagerungen bildet, zwischen denen zahllose Ueberreste von Seethieren und Seepflanzen bestattet werden. Wie weit diese Ablagerungen hinausreichen auf den tiefen Grund des offenen Weltmeeres, wir wissen es nicht. Wir wissen bloß, daß die Schlammzufuhr der Ströme ohne Unterlaß an einer Erhöhung des Meeresgrundes arbeitet. An eine Ausbreitung und gleichmäßige Vertheilung und an eine dadurch erfolgende Ausgleichung der Unebenheiten des tiefen Meeresgrundes ist vielleicht wenig zu denken, indem weder die Macht des aufwühlenden Sturmes, noch die Meeresströmungen hierzu tief genug reichen mögen. Hingegen mag es lange dauern, ehe die feinsten mit dem Flußwasser in das Meer geführten Theilchen in diesem zu Boden sinken und vielleicht muß angenommen werden, daß, je weiter von der Küste entfernt, desto feiner der Bodensatz des Meeresgrundes sei.

Ein und derselbe Fluß zeigt sich zu verschiedenen Zeiten verschieden reich an Schlammtheilchen. Im Rheinwasser beobachtete man bei Bonn das eine mal 78 und ein anderes mal 20 Theile auf 100,000 Theile Wasser. Diese Verschiedenheit läßt sich leicht dadurch erklären, daß die verschiedenen großen Zuflüsse des Rheins, durch verschiedene Bedingungen (Regen, aufwühlende Stürme 2c.) veranlaßt, bald mehr bald weniger feste Theilchen mit sich führen. In dem ersten der am Rheinwasser beobachteten Fälle hatte sich der Bodensatz nach fünf Tagen bereits vollkommen abgeschieden, im anderen erst nach

vier und einem halben Monat. Der erste war ein gelber Schlamm, der andere ein schwärzlicher, sehr fest zusammenhaltender Bodensatz.

Diese Mittheilungen lassen es uns ganz natürlich erscheinen, wenn wir die geschichteten Gesteine der Erdrinde, die doch nichts anderes sind, als Bodensätze ehemaliger Meere, so oft höchst fein in ihrem inneren Gefüge finden.

Sehen wir aber auch nichts von diesen unterseeischen Bauten des Wassers — wir dürfen sie für sehr bedeutend halten, und sollte sich der alterschwach gewordene Vulkanismus noch einmal zu einer äußersten Kraftaufbietung aufraffen, und einen Theil des Meeresgrundes an das Tageslicht heraufschieben, so würde das überlebende Geschlecht, wenn nicht bei ihm die Wissenschaft in säcularem Scheintode läge, mit Befriedigung, nicht mit Staunen, sehen, daß das Emporgetauchte den Schichten unserer Jura- oder Muschelkalk- oder Kreideberge täuschend ähnlich und vielleicht nur durch die Arten der organischen Einschlüsse verschieden sei.

Wir müssen noch einmal zu den Schuttkegeln zurückkehren, wie sie sich in den Schluchten der Wildbäche, namentlich in deren Krümmungen und an den Ausmündungen in die breiten Thäler anhäufen. Denn für diese ist der Name Schuttkegel passender, als Schwemmkegel, da sie wohl nur selten ganz von Wasser übergossen, abwärts geschwemmt, sondern mehr durch das Wasser gelüpft und auf ihrer steil geneigten Bahn leicht abwärts geschoben werden. Solche Schuttkegel finden sich nicht blos an eigentlichen Wildbächen, sondern auch oft an dem Aufsturzpunkte vieler Wasserfälle. Ich fand z. B. am linken Gehänge des Unterhaslithales unter dem Oltschibach und dem Wandelbach hohe Schuttkegel aufgeschüttet, so daß diese beiden wunderschönen Wasserfälle jetzt kaum noch zwei Drittel ihrer ursprünglichen Sturzhöhe haben, in welcher sie dem berühmten Staubbach kaum nachstehen würden. Sie bauten sich ohne Zweifel dieses Gestell für ihren schäumenden Fuß aus den Felsbrocken, welche sie zur Zeit der Schneeschmelze, wo sie sich ihrer größten Fülle erfreuen, mit sich reißen.

Auf dem Heimwege von unserem Regenfelde treffen wir noch an eine Stelle, wo die Wasserfluthen von einem höher gelegenen Theile fast alle Ackererde über einen niedriger gelegenen geführt haben. Was jene nun entbehrt, hat die andere jetzt doppelt. Wir erinnern uns, daß um den Fuß

vereinzelter Berge meist ein Kranz von Gebüsch und Rasen liegt. Der Regen spült vom Berge ohne Unterlaß alle feineren und meist schon durch ihre Auflöslichkeit fruchtbareren Theilchen nieder an den Fuß des Berges und befruchtet ihn damit.

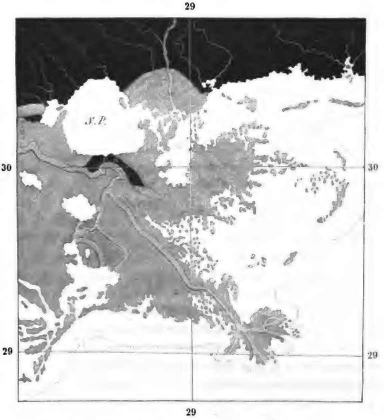
Doch hier finden wir einen umsichtigen Feldbesitzer bereits beschäftigt, eine unwillkommene Spende von einer Wiese los zu werden, welche ihm die Fülle des Regenwassers aus einer Schlucht zuführte, welche aus dem anstoßenden Busche herkommt. Uns ist sie besonders lehrreich, denn die wohl eine Elle dicke Schicht, die der Mann mit dem Spaten senkrecht durchstochen hat, enthält zwischen Sand und Schlamm eine Menge Aestchen, Blätter und Schneckenhäuser, Käferflügel und andere thierische Bruchstücke, die meist deutlich geschichtet in der Ablagerung eingeschlossen sind. Denken wir uns dieselbe hundertmal mächtiger und durch einen großen Druck zu Schichtgestein zusammengepreßt und erhärtet, so haben wir ein versteinerungsreiches Schichtgestein vor uns. Also wiederum ein kleines geologisches Modell. Und wäre der Mann weniger sorgsam in der Erhaltung seiner Wiese und der Sommer reich an solchen Regenströmen, wie der heutige, so würden wir an dieser Stelle zuletzt von jedem Regengusse eine neue Schicht über den früheren gebildet und in allen zusammen das Modell eines geognostischen Schichtensystems finden.

Fügen wir nun in Gedanken zu den eben aufgesuchten kleinen Werken eines Regens den größeren Umfang des Raumes und der Masse und die längere Dauer der Ablagerung hinzu, was wir hinsichtlich einiger schon gethan haben, so kehren wir nicht ohne Belehrung von ihnen heim. Es bleibt nur noch übrig, einige wenige Zusätze zu machen.

Bei der Bildung eines Delta von Seiten des Flusses tritt in manchen Fällen die Beihülfe des Meeres selbst hinzu, um die junge Bildung zu festigen und für eine Zeit gewissermaßen abzugrenzen. Nicht blos durch den zeitweilig nach dem Saume des Delta gerichteten Wogendrang, sondern wohl auch durch chemische Bestandtheile des Meerwassers wird aus dem wohl nie fehlenden Kalkgehalte des Flußschlammes und dem feinen Meersande am äußersten Saume des Delta ein Uferwall gebildet. Derselbe begrenzt das Ablagerungsgebiet des Flußschlammes, innerhalb welches, von Kanälen und Seen unterbrochen, das Delta sich absetzt.

Das Delta des **Ganges**, unter dem Namen Sunderbund bekannt, ist von allen auf der Erde das größte, denn es ist über 50 geogr. Meilen lang und an seiner dem Meere zugekehrten Seite beinahe eben so breit. Merkwürdiger noch ist das des **Mississippi**, theils wegen seines reißenden Wachsthums, theils deswegen, weil der an seinem Ende jetzt fünfspaltige Hauptstrom sich so recht eigentlich zu beiden Seiten sein Bett erst aufschüttet, wie aus nebenstehendem Kärtchen ersichtlich ist. (Fig. 29.) Es ist bekannt, daß der Mississippi alljährlich ungeheuere Ueberschwemmungen verursacht. Da-

Fig. 29.



Delta des Mississippi. S.P. See Pontchartrain; — N.O. New-Orleans.
Innerhalb der punktirten Linie ist nur 30 Fuß Meerestiefe.

durch bedeckt er sein Delta jährlich eine Zeit lang mit Wasser. Dieses Gebiet ist auf dem Kärtchen schraffirt dargestellt. In der trocknen Jahreszeit ist es mit Cypressen, Rohrpalmen und Schilfpflanzen bedeckt und von Landkrabben, Fröschen und Alligators bevölkert. Die Punktlinie des Kärtchens begrenzt das Gebiet, innerhalb welches das Meer nur 30 Fuß Tiefe hat, also die Grenze der Deltabildung unter dem Wasserspiegel. Der mächtige Strom verändert fast täglich die Uferlinien seines Delta's. Dabei sind ihm die unermeßlichen Mengen von Treibholz dienlich, welche er auf seinem langen Laufe durch Urwälder von seinen Ufern losreißt. Dieses Treibholz, großentheils aus ganzen Bäumen mit ihren Wurzelballen bestehend, bildet große zusammenhängende Bänke, zwischen denen sich Sand und Schlamm einfüttert und sie so zum Sinken bringt. Ein Theil dieses Treibholzes verfällt im merikanischen Meerbusen dem Golfstrome, der es bis an die Küsten von Neufoundland, Island und Spitzbergen führt.

Unter den europäischen Strömen, welche ein Delta bilden, hebe ich nur den Rhein besonders hervor, weil dessen Delta seit langer Zeit genau bekannt und ziemlich verwickelter Natur ist, indem zu der wechselseitigen Betheiligung des Rheines und des Meeres noch der Umstand hinzu kommt, daß der Boden der Niederlande sich durch eine selbstständige Senkung fortwährend zu erniedrigen scheint. Den eigentlichen Boden der Niederlande und der südlich und westlich bis nach Westphalen angrenzenden ebenen Gebiete bildet ein thoniger Kieselsand, in welchem viele Geschiebe von zerstörten Kreidefelsen und granitischen Gesteinen Scandinaviens vorkommen (vergl. S. 134). Dies ist „die Geest“ der Holländer und Westphalen und wir müssen diese Schicht dem Diluvium zutheilen. Das jetzt darauf liegende Alluvium wurde hauptsächlich von dem Rhein, der Schelde und der Maas abgelagert. Der Rhein theilt sich bei seinem Eintritte in das Delta in drei Arme: Waal, Leck und Yssel. Die Yssel wendet sich nördlich und ergießt sich in den Zuydersee; der Rhein hat in der geschichtlichen Zeit sein Bett mehrmals geändert und dadurch eine Menge Ablagerungen zurückgelassen. Dabei erhöhte er, wie alle Flüsse, sein Bett und theils dadurch, theils durch künstliche Dämme, wodurch man das Eindringen des Wassers in diese weiten Ebenen zu verhindern sucht, sind die sogenannten Polders entstanden, Flächen, welche tiefer als der Meeresspiegel liegen, und welche man durch Schöpfmaschinen, von Windmühlen in Bewegung gesetzt,

von Wasser befreit. Der aufgeschwemmte Boden dieser Polders hat die sprüchwörtliche außerordentliche Fruchtbarkeit des Marschbodens. Die unmittelbar an das Meer grenzenden Ebenen jener Gegenden erhöhen sich nach und nach von selbst über den Meeresspiegel, indem sich auf ihnen eine Pflanze, der sonderbar gebaute Glasschmalz, Salicornia herbacea, eine Salzpflanze, ansiedelt, zwischen welchem die von der Meeresfluth darüber gespülten Sandmassen festhaften, bis zuletzt diese Flächen nur noch von besonders hohen Fluthen erreicht und zuletzt gegen das Meer hin künstlich eingedämmt werden.

Während der langen Zeit der Bildung des Rheindelta's hat selbst seit Cäsar's Zeiten das Meer wiederholte Einbrüche in diese Werkstatt des Süßwassers gemacht. An der Stelle des Zuydersees lag einstmals, dessen südlicher Hälfte entsprechend, ein Süßwassersee, den die Yssel durchströmte. Später wurde die nordwärts bis zum Seeufer liegende Gegend vom Meere erobert, indem von dem Uferwalle nur eine Reihe langgestreckter Inseln übrig blieb und der Zuydersee zu einem Salzsee wurde. Alle Erscheinungen des Rheindelta's zusammengenommen, so ergiebt sich, daß seine Entstehung besonders bestimmt durch den Uferwall bedingt war, der ein weites hügeliges Sandland gegen das Meeresufer begrenzte, auf welchem sich die von den genannten Flüssen geführten Sand- und Schlammtheile ablagerten.

Durch solche Deltabildungen kann die geographische Lage der Küstenstädte wesentlich verändert werden.

Dies ist namentlich im lombardisch-venezianischen Königreiche am adriatischen Meere geschehen. Dort münden eine Menge Flüsse, welche nach kurzem Laufe, meist aus den Alpen kommend, große Massen von Schutt und Steinen mit sich führen. Dadurch hat sich die ganze Küste entlang von der am meisten nordöstlich mündenden Stobba bis zu dem am meisten südlichen Reno ein wahres Deltaland voll Kanäle und Lagunen gebildet, wie es so dicht beisammen und von so vielen selbstständigen Flüssen herrührend selten vorkommt. Ein langer in einen sanften Boden einwärts gekrümmter Uferwall, dessen einzelne Stücke in der Nähe von Venedig Lido genannt werden, bildet die Meeresgrenze dieses Gebietes. Hinter demselben liegen namentlich bei Venedig und Comacchio zahlreiche, zum Theil große Lagunen, an deren Ausfüllung Po und Etsch und einige andere Flüsse arbeiten. Daher werden die an dem innern Ufer dieser Lagunen liegenden Städte allmälig von denselben abge-

schnitten, indem vor ihnen die Lagunen ausgefüllt werden. Zu Strabo's Zeiten lag Ravenna, im Deltagebiete einiger unbedeutender Apenninenflüsse, an einer als Kriegshafen dienenden Lagune, während es jetzt gegen 80,000 F. landeinwärts liegt. Trotz der Anstrengungen, die Lagunen von Venedig vor völliger Versandung zu schützen, wird diese Stadt dennoch dereinst das Schicksal Ravenna's theilen. Comacchio hat sich davor geschützt, indem es alle Flüsse von seiner fischreichen Lagune ablenkte.

Wem fallen hier nicht die pontinischen Sümpfe ein, welche nichts anderes als eine Deltabildung sind, deren Uferwall von keinem Flusse durchbrochen ist.

Durch die großen Massen von Schutt und Geröllen, welche der Po durch seine zahlreichen Alpenzuflüsse erhält, hat er sein Bett dermaßen erhöht, daß er in seinem ganzen Laufe an vielen Stellen eingedämmt werden muß und nun die Ebenen seiner Uferländereien beträchtlich tiefer liegen als sein Wasserspiegel und selbst als seine Sohle. Es läßt sich nachweisen, daß das vorspringende Delta des Po seit dem 12. Jahrhunderte gebildet worden ist und seitdem jährlich sich etwa um 100 Fuß nach dem Meere hin verlängert hat.

Eine Abweichung von dem eigentlichen Uferwalle ist die Nehrung, die sich als eine schmale in der Uferlinie verlaufende Landzunge ausspricht, durch welche eine Lagune vom Meere abgeschnitten ist. Die bekanntesten Beispiele sind die Curische und die frische Nehrung, welche das Curische und das frische Haff einschließen. Gewöhnlich liegt die Oeffnung, wodurch Haff und Meer in Verbindung stehen, an dem einen Ende der Nehrung, wie auch in den genannten Beispielen. Die Nehrungen werden wesentlich von dem Meere allein gebildet, indem der Anfang zu denselben vielleicht durch lange Wälle von ausgeworfenen Tangmassen gegeben ist, in welchen sich der Flugsand festsetzt. Die Weichsel und der Niemen, welche in jene beiden Haffe fließen, scheinen diese nur wenig zu versanden, vielleicht weil beide Flüsse lange Zeit durch Ebenen laufen und den meisten Schlamm unterwegs absetzen.

Die Nehrungen, welche gewöhnlich nicht von der Fluth erreicht werden und streng genommen in so fern nur zum Theil in das Bereich dieses Buchs gehören, als sie nur selten neuzeitliche Bildungen sind, sind ihres unfruchtbaren Sandbodens wegen meist mit nur sehr kümmerlichem Pflanzenwuchse bedeckt. Jedoch fand ich auf der Dehesa, einer Nehrung, welche den herrlichen

See Albufera de Valencia an der Ostküste Spaniens vom Meere trennt, eine zwar vereinzelte aber dennoch üppige Vegetation solcher Pflanzen, welche in jedem warmen Klima auf Sandboden gedeihen. Seekiefern, Myrtengebüsche, der großfrüchtige Wachholder und mannshohe Büsche eines prachtvollen Nachtschattens (Solanum sodomaeum) und viele andere Pflanzen bildeten einen reizenden Schmuck des glühenden Sandbodens. Der Albufera wird durch einige Nebenarme des Guadalaviar und Jucar und durch einen vom letzteren Flusse abgeleiteten großen Kanal gespeist. Er ist ein Süßwassersee und wird in zahlreichen Kanälen in die ihn west- und nordwärts umgebenden Reisfelder geleitet.

Als Schema für alle diese Bildungen, mit denen ja die Nehrungen nahe zusammenhängen, schalte ich hier einen Durchschnitt der Küste von Texas ein (Fig. 30.), welcher uns zugleich an die Hand giebt, daß sich diese Bil-

Fig. 30.

a b Meeresspiegel, c Küste der Lagune, d Lagune, e Uferwall, f Meeresboden.

dungen überall da bedingt finden, wo das Ufer sehr seicht und wenig geneigt unter dem Meeresspiegel einschießt.

Wenn die Nehrung mehr ein Werk des Meeres allein ist, so sind dagegen die **Barren** alleinige Gebilde eines in das Meer oder einen anderen Fluß einmündenden Flusses. Die durch den Wasserdruck auf dem Grunde des Flusses stromabwärts geführten beweglichen Massen häufen sich an der Einmündungsstelle, wo das Meer oder der den anderen aufnehmende Fluß einen Gegendruck ausübt, zu Dämmen auf, welche nicht selten der Schiffahrt, namentlich bei niedrigem Wasserstande sehr hinderlich werden. Bei der Bildung solcher Barren ist der Winkel von Einfluß, unter welchem die Einmündung stattfindet. Je mehr sich derselbe dem rechten Winkel nähert, desto stärker muß der Widerstand sein, namentlich von Seiten des aufnehmenden Flusses gegen das Eintreten des einmündenden, während er desto geringer sein muß, je kleiner der Einmündungswinkel ist, weil dann die Stromrichtungen beider

Flüsse einander sehr nahe kommen. Die Barrenbildung giebt der staatlichen Fürsorge für die Flußschifffahrt oft mehr zu thun auf, als diese zu leisten Lust hat, und die Klage über die fast jährlich zunehmende Erschwerung der Rheinschifffahrt findet ihren Grund vorzüglich in der Erhöhung des Rheinbettes an den und etwas unterhalb der Einmündungsstellen der größeren Nebenflüsse des Rheines. Die dicht bei Lyon unter einem rechten Winkel in die Saone einmündende Rhone bringt eine solche Masse Schutt mit, daß sie zusammen mit dem eigenen der Saone in dieser am rechten Ufer ihrer Einmündung eine Barre quer durch die Saone aufhäuft. Wir finden dies erklärlich, weil die Rhone einen stärkeren Fall hat und aus den Alpen eine größere Menge von Schutt mitbringt. Das Einlaufen der den Main herabkommenden Schiffe in den Rhein bei Mainz ist durch eine große Barre sehr beeinträchtigt.

Aus allen diesen Bildungen, welche das Wasser an den Linien seiner Ufer aus Schutt und Sand aufhäuft, entstehen oft, wie bereits angedeutet wurde, durch Ablagerung von Kalk zwischen derselben feste Breccien, indem sich der im Wasser aufgelöste Kalk in fester Form ausscheidet. Für die Neubildung solcher zuweilen sehr fester Gesteine spricht schon der Umstand, daß man in denselben Erzeugnisse menschlicher Industrie neueren Datums eingeschlossen gefunden hat.

Die Dünen sind zwar ursprünglich ebenfalls Erzeugnisse des Wassers, indem der feine Sand, aus welchem sie meist bestehen, von hohen Brandungen an den Strand geworfen wurde. Nachher aber verfallen sie dem Spiele der Winde, welche sie fortwährend umgestalten.

Wenn auch die Dünen selbst immer einen allen Pflanzenbau ausschließenden, äußerst unfruchtbaren Küstensaum bilden, so bilden sie doch zugleich auch immer einen Schutzwall gegen die Meeresfluthen für die dahinter liegenden Küstenstriche. Wie dies der so leicht bewegliche Sand werden könne, davon kann man sich leicht im Kleinen überzeugen. Ein Haufen feiner Sand, oder eine Strecke Weges in den verrufenen Sandwüsten der Marken wird augenblicklich in eine feste, innig in sich gebundene Masse verwandelt, sobald ein Regen darauf fällt, welcher den Weg, auf welchem man vorher nur mühselig fortkommen konnte, im Nu fest macht. Diese vortheilhafte Eigenschaft hat der Sand durch die Unauflöslichkeit und Undurchdringlichkeit seiner Körnchen. Mit Wasser durchtränkter Sand nimmt sogar einen kleineren

Raum ein, als dieselbe Masse vorher trocken einnahm. Die Adhäsion der einzelnen Sandkörnchen wird also nicht nur durch das Wasser vermehrt, sondern dieselben scheinen auch zu einander in eine innigere raumersparende Aneinanderlagerung geführt zu werden. Nothwendig wird durch das besser als die Luft bindende Wasser die Verschiebbarkeit der Sandkörner vermindert. Daher können wir auch auf einem tiefen Sandgrunde eines Flusses oder Teiches stehen, ohne tief einzusinken, was auf schlammigem Grunde bekanntlich nicht der Fall ist.

Eben so schnell, als das Wasser in den Sand eindringt, verläßt es ihn auch wieder, theils indem es verdunstet, theils und noch mehr indem es durch ihn nach tieferen Lagen schnell hindurch läuft.

Dieses für die Erhaltung der Strandlinien so günstige Verhalten zwischen Sand und Wasser kann man deutlich an einer flachen sandigen Meeresküste beobachten, an der die Wogen ruhig auf- und abrollen, wobei man dicht herantreten kann. Die kommende Woge bedeckt zwar bis an den oberen Saum ihres Laufes den Ufersand und verschiebt dabei die Sandkörner und die mit ihm gemischten Steinchen etwas, aber bei ihrem Abwärtsgleiten nimmt sie nur wenig mit, indem nicht ihre ganze Wassermasse denselben Weg rückwärts nimmt, den sie kam, sondern zum Theil in dem Sande versinkt und erst in der Tiefe nach dem Meere zurücksickert. Es gewährte mir an der Küste von Alicante einst lange Zeit Unterhaltung, dieses Spiel der Wellen auf dem Ufersande zu beobachten. Die Welle, welche auf dem flachen Ufer bis an meine Füße heraufgerollt war, kehrte kaum zur Hälfte auf demselben Wege wieder zurück, der größere Theil versank zischend in dem von der vorhergegangenen Welle noch nassen Sande. Wahrscheinlich wird durch die herausrollende Welle die Luft aus der nassen Sandschicht verdrängt und das Eindringen der zurückgleitenden Welle verursacht dann das Zischen und Schäumen, denn immer bedeckt sich auf einen Moment die Sandfläche mit Wasserblasen.

Die Dünen werden an manchen Stellen Veranlassung zu einer eigenthümlichen Torfbildung, und werfen einiges Licht auf die Entstehung der Braun- und selbst der Steinkohlen. Wenn hinter einer Düne, welche festen Fuß gefaßt hat, ein quelliges Gebiet oder der Zufluß eines Flüßchens liegt, welchen dieselbe nicht in das Meer ausströmen läßt, so findet sich in dem stockenden Wasser bald eine reiche Vegetation von Sumpf- und Wasserpflanzen

ein, welche nach und nach Torfbildung veranlaßt und zuletzt in eine reine Torfvegetation übergeht. Die sich bildenden Torfschichten werden zeitweilig durch die den Dünenwall durchbrechenden Meeresfluthen mit Sand überschüttet, worauf nach Wiederherstellung der Düne jene Torfbildung von Neuem beginnt. Dieser Martorf, wie er in Dänemark genannt wird, ist viel dichter und schwerer (viermal schwerer) als anderer Torf, oft deutlich geschichtet und läßt sich in kleineren Stücken von manchen Braunkohlen oft kaum unterscheiden. Wenn wir im Martorf gewissermaßen eine neuzeitliche Braunkohlenbildung finden dürfen, da auch die darin sich zuweilen findenden Baumstämme eben so platt gedrückt sind, wie die der Braunkohlenlager, so ersehen wir daraus, daß ein geringer Druck ausreicht, um durch Wasser erweichte Pflanzenmassen zusammenzupressen und dadurch deren Umwandlung in Braunkohle einzuleiten.

Der Martorf führt uns zu der Torfbildung überhaupt und neben dieser zu der Herbeiziehung auch des Thierlebens von Seiten des Wassers, um Neubauten auf der Erdfeste aufzuführen, so groß, so alt und doch noch unvollendet, wie keine anderen sichtbaren Wasserwerke sind.

In der Torfbildung erkennen wir wieder eine Erscheinung, welche die Gegenwart an die erdgeschichtliche Vergangenheit anknüpft, welche zeigt, daß die Geologie keine abgeschlossene Wissenschaft ist. Wie alt die Torflager sind, welche, noch unberührt oder von menschlichem Bedarf ausgebeutet, in Ebenen und auf Hochplateaus unserer Waldgebirge liegen, ist nicht zu sagen, jedenfalls sind sie sehr alten Ursprungs, obgleich nicht älter, als höchstens die Diluvialzeit.

Die Untersuchung eines Torfmoores ergiebt folgende zwei Hauptbedingungen desselben: eine etwas muldenförmige Ebene, welche nach keiner Seite hin einen Abfluß darbietet, und einen thonigen undurchlassenden Untergrund. Beide Verhältnisse bringen es mit sich, daß auf einer solchen Oertlichkeit das Wasser, was von Quellen, Regen oder Schnee darauf geführt wird, stehen bleibt. Die ersten Ansiedler auf solchen Stellen sind Algen, Wassermoose und einige wenige höhere Pflanzen. Nach und nach wird durch deren Absterben und Verwesen ein Boden für weitere Sumpfpflanzen gebildet, bis sich zuletzt eine dicht geschlossene Decke von Sumpfpflanzen oder Torfpflanzen bildet, welche mit ihren Anforderungen an die hier sich darbietenden Wachs-

thumsbedingungen gebunden sind. Von diesen Pflanzen kommen daher mehre blos an solchen Oertlichkeiten vor und man kann auch ohne Untersuchung des Bodens aus dem Vorhandensein echter Torfpflanzen auf die torfige Beschaffenheit ihres Standortes schließen, ohne daß jedoch immer ein bedeutendes Torflager schon vorhanden sein müsse. Solche Torfpflanzen sind die verschiedenen Arten der Gattung Torfmoos (Sphagnum), die Tofieldie (Tofieldia palustris), die Wollgräser (Eriophorum), die Moosbeere (Oxycoccos palustris), der Porst (Ledum palustre), einige Seggen (Carex), das Blutauge (Comarum palustre), die Sumpf-Kreuzblume (Polygala uliginosa), die Kriechweide (Salix repens), einige Knabenkräuter (Orchis, Epipactis, Herminium), der Dreizack (Triglochin palustre), der Sonnenthau (Drosera rotundifolia und longifolia), das weiße Schnabelriet (Rhynchospora alba), das schwarze Kopfriet (Schoenus nigricans), einige kleine Binsenarten (Scirpus Baeothryon, setaceus), das Fettkraut (Pinguicula vulgaris), die Sumpfhaide (Erica Tetralix), der Fieberklee (Menyanthes trifoliata), der Sumpf-Enzian (Gentiana Pneumonanthe), der Wassernabel (Hydrocotyle vulgaris), das Sumpfveilchen (Viola palustris).

Von Bäumen und Sträuchern kommen auf den Torfmooren außer der genannten Kriechweide nur zuweilen die Zwergbirke (Betula nana), die Sumpfkiefer (Pinus obliqua) und auch zwerghafte Krüppel der gemeinen Birke (Betula alba) vor.

Zwischen den genannten Pflanzen finden sich zwar noch eine Menge andere, diese sind aber nicht ausschließlich auf Moorboden angewiesen. Außer den eigentlichen Torfmoosen weben sich noch andere Moosarten in die Pflanzendecke eines Torfmoores ein, so daß diese so dicht verfilzt ist, wie nicht leicht die Grasnarbe einer Wiese. In der Mitte der Torfmoore ist das Wachsthum der Torfpflanzen stets am stärksten und nimmt nach den Rändern hin immer mehr ab; daher ist die Fläche eines Torfmoors meist etwas gewölbt.

Die auf den Torfmooren wachsenden Moose zeigen eine höchst sonderbare Art ihres Wachsthums, wodurch sie wesentlich zur Torfbildung beitragen. Ein solcher Moosstengel ist nämlich eine sonderbare Verknüpfung zwischen Tod und Leben, denn in dem Maaße als er oben ununterbrochen fortwächst, stirbt er unten ab, so daß wir an ihm oben freudiges Wachsthum und nach

unten hin alle Stufen von Absterben bis zur gänzlichen Auflösung ohne eine Grenzlinie zwischen beiden wahrnehmen. Die absterbenden Theile werden zunächst braun, lassen aber unter dem Mikroskope ihren zarten Zellenbau noch ganz wohlerhalten erkennen, bis erst sehr spät das Pflanzengewebe in die schwarzbraune Torfmasse zerfällt. Die übrigen Torfpflanzen lösen sich ebenfalls sehr langsam auf und alljährlich wächst auf den Leichen der ein- und zweijährigen Arten ein neues Geschlecht. Durch dieses Auftreten immer neuer Geschlechter über den abgestorbenen und durch das langsame Verwesen der letzteren wird ein buchstäbliches Wachsen, ein immer höher werden der Torfmoore bedingt. Man kennt Fälle, daß zwei an den Seiten eines Torfmoores einander gegenüberliegende Ortschaften, die sich über das Moor hinweg früher sehen konnten, sich jetzt nicht mehr sehen können.

Die Moose sind es besonders, welche das Wasser in der Oberfläche des Torfmoores festhalten, weil sie im höchsten Grade hygroskopisch sind und außerdem die Sphagnum-Arten in ihren Zellenhäuten geradezu Löcher zur Aufnahme des Wassers haben.

Diese wasserhaltende Kraft der Moose, welche immer die Grundmasse der Wiese über einem Torfmoore bilden, macht es auch erklärlich, warum aus dem zuletzt etwas erhöheten Moore an den Rändern nur äußerst wenig Wasser abfließt. Ein Torfmoor ist gewissermaaßen ein wassererfüllter Schwamm, der ohne Druck sein Wasser nicht fahren läßt.

Neben der bekannten Auflösungskraft des Wassers möchte es auffallen, daß im Torfe das Wasser auf die sich zersetzenden Pflanzenmassen eher erhaltend oder wenigstens die Auflösung sehr verlangsamend wirkt. Diese Erscheinung spricht sich auch an Dingen aus, die zufällig in die schwarze Tiefe der Torfmoore gerathen sind, z. B. an Ueberresten von Thieren und selbst menschlichen Leichnamen. Zu jenen gehört selbst ein längst ausgestorbenes, der Riesenhirsch (Cervus megaceros), der in den irländischen Hochmooren zuweilen in ganzen Skeleten gefunden worden ist. Da Cäsar und Tacitus von einem riesigen Hirsche in Britannien keine Erwähnung thun, und in tiefen Mooren gefundene menschliche Leichen, welche nach ihrer Kleidung und nach zugleich aufgefundenen Canots, Werkzeugen und Waffen zu urtheilen, vielleicht wenigstens ein Jahrtausend gelegen hatten, nicht verwest, sondern nur in braune Mumien verwandelt waren, so muß man von dem Riesenhirsche, von dem

blos das Gerippe übrig geblieben ist, glauben, daß er viel länger als jene menschlichen Ueberreste in den Torfmooren begraben liegt. Wahrscheinlich hat er mit dem Mammuth und Riesen-Nashornen gleichzeitig gelebt. Die erhaltende fäulnißwidrige Kraft des Wassers ist in Torfmooren also nicht eine unbegrenzte. Es sind namentlich die humussauren Verbindungen der Torfmoore, welche thierische Substanz eine sehr lange Zeit hindurch vor der gänzlichen Zersetzung bewahren.

Wenn wir die senkrechte Wand einer Torfschicht einer in Betrieb stehenden Torfstecherei ansehen, so finden wir zuoberst alle Pflanzentheile wohl braun gefärbt und zusammengedrückt, aber wenigstens in ihrem innern Gewebe und oft auch in ihren äußeren Formen, wenigstens einzelner Theile, noch wohl erhalten; je weiter nach unten hin, desto mehr geht der Torf in eine breiartige oder speckige, zuletzt fast ganz schwarze Masse über, in welcher man die pflanzliche Abkunft nicht mehr erkennen kann. Oft findet man mehre Fuß unter der Oberfläche die braunkohlenähnlich gewordenen, sonst noch ganz wohl erhaltenen Wurzelstöcke von Bäumen, von welchen in früheren Jahrhunderten die Stämme abgeschlagen worden sind, und welche seitdem allmälig von dem Torflager überwachsen wurden.

Zuweilen ist die untere Parthie eines Torfmoores so wasserhaltig, daß sie einen dünnflüssigen Brei bildet, während die obere Pflanzendecke fest und dicht ist und selbst die Beweidung mit Heerden gestattet. Stößt man eine lange Stange durch die feste Decke solcher Torfmoore, so versinkt dieselbe zuletzt in der flüssigen Masse und aus dem Loche tritt schwarzer wässeriger Schlamm zuweilen selbst im Strahle hervor.

In einigen Torfmooren hat man auf der Sohle aufrecht stehende Baumstämme gefunden, welche also an Ort und Stelle gewachsen sein mußten und erst abstarben, als sie von der sich bildenden Vertorfung immer höher und höher überwuchert wurden.

Durch das Fortwachsen eines Torfmoores an seiner Oberfläche wird der Druck auf die tiefer liegenden Schichten immer größer und dadurch werden diese immer dichter zusammengepreßt. Entzieht man dabei dem Torfmoore das Wasser, indem man an der am tiefsten liegenden Stelle seines Randes tiefe Abzugsgräben anbringt, oder wenn dies die Oertlichkeit nicht zuläßt, indem man an der am meisten eingesattelten Stelle desselben ein senkrechtes

Loch bis durch die undurchlassende Lettensohle hindurch treibt, so kann man dadurch die Güte des Torfes beträchtlich vermehren, indem das Gesammtgewicht der Masse das Wasser aus den unteren Schichten auspreßt und diese zusammendrückt. Das Durchsinken der Torflager ist allerdings nicht ausführbar, wenn es, was auch vorkommt, anstatt auf einer Lettensohle auf Felsen liegt.

Die Torfbildung ist vorwaltend der kälteren gemäßigten Zone eigen, obgleich nicht ausschließend, da man in neuerer Zeit auch in wärmeren Ländern Torfmoore aufgefunden hat.

Die Eintheilung des Torfes nach seiner flüssigeren oder festeren Beschaffenheit in Streichtorf und in Stechtorf ist bekannt, eben so, daß man ihn auch nach den Pflanzen, die ihn wesentlich bildeten, Rasentorf oder Moostorf nennt.

Es liegt nahe, bei der Betrachtung der Torfmoore an die Braunkohlen und selbst an die Steinkohlen zu denken und die Frage aufzuwerfen, ob aus ersteren vielleicht mit der Zeit wenigstens Braunkohlen werden könnten, und ob nicht die Braun- und Steinkohlenflöze zuerst ebenfalls Torfschichten gewesen sein könnten.

Im Allgemeinen läßt sich hierauf zunächst erwiedern, daß zwischen der härtesten Steinkohle (dem Anthrazit) und dem neugebildeten Torfe allerdings eine Reihe zusammenhängender Uebergangsstufen liege, daß diese beiden Gebilde blos die beiden Endpunkte eines und desselben Bildungsvorganges sind. Ohne Zweifel ist ferner anzunehmen, daß die Steinkohlenflöze ursprünglich einmal in dem Zustande eines Torfmoores gewesen sein müssen, aus welchem sie durch Wasserentziehung, vermehrten Druck, Erwärmung und Zuführung von Schwefeleisen-Lösung in den der festen und dichten Steinkohle übergingen. Wenn unsere Torfschichten irgendwo wesentlich aus Baumstämmen beständen, was nicht der Fall zu sein scheint, so wäre es möglich, daß sie in ähnlicher Weise, wie wir es vorhin durch den Martorf kennen lernten, in eine Braunkohle übergingen.

Immerhin ist dieser Umwandlungsgedanke insoweit hier vollkommen an seinem Platze, als wir sehen, daß die Steinkohlen- und Braunkohlenlager, eine der Hauptwurzeln unserer so mächtig aufblühenden Industrie, ein Werk des Wassers sind.

Noch blickt die Industrie ziemlich gleichgültig, ja fast geringschätzend auf die Torfmoore. Aber bald vielleicht wird der Holzmangel mit zwingender Gewalt an ihre Ausbeutung mahnen. Die bereits bestehenden Maschinen zum Pressen und gleichzeitigen Trocknen von Torfziegeln werden vielleicht bald in den einsamen Thalmulden unserer Waldgebirge als Dampfmaschinen ihre Rauchwimpel flattern lassen, und so dem übermäßig, dem gewissenlos in Anspruch genommenen Walde nicht nur Erleichterung, sondern in den Flächen ausgenutzter Torfmoore neues Gebiet schaffen.

Wie bei der Torfbildung das Wasser nur der bedingende Vermittler zu Neubildungen, zu kleinen Zugaben zu dem Bestande der festen Erdrinde ist, indem es das Pflanzenleben treibt, ebenso schafft es noch viel großartigere Werke im Vereine mit dem Thierreiche. Was es in diesem Vereine an verborgener Stätte gebildet hat, das hebt nachher Vulkan auf seinem breiten Rücken an das Tageslicht empor. Ich meine jetzt die Bildung der Korallenriffe.

Die weite Wasserwüste um den Aequator und südlich von ihm, der große Ocean, würde dem Seefahrer vielleicht nur wenige Ruhepunkte, ja dem Menschengeschlechte keine Ansiedelung gegönnt haben, wenn nicht seit Aeonen mikroskopisch kleine Wesen, über deren Natur bis vor nicht gar langer Zeit Zweifel und Meinungszwiespalt herrschte, auf dem Grunde des Meeres beflissen wären, menschliche Wohnplätze zu gründen. Keines Palastes Mauerstein, vom Bildhauer in edle Form gemeißelt, ist so zierlich geformt und gefügt, als jene Koralleninseln durch und durch, welche zu vielen Tausenden aus tiefem Meeresgrunde bis wenige Fuß über den Meeresspiegel heraufreichen.

Es stimmt ganz zu den Wunderbauten dieser winzig kleinen Wesen, daß diese selbst von so räthselhafter und eigenthümlicher Natur sind, daß man sie lange Zeit mehr für Pflanzen als für Thiere oder selbst für belebte Steingebilde hielt; ja daß man in seiner Verlegenheit den Knoten damit durchhieb, daß man sie unter dem Namen Thierpflanzen, Zoophyten, und bald darauf unter dem allerdings etwas entsprechenderen Pflanzenthiere, Phytozoen, als ein neutrales Völkchen zwischen die Thiere und Pflanzen einschob. Als Peyssonnel, ein Arzt in Marseille, im Jahre 1723 die thierische Natur der Korallenpolypen entdeckt hatte, so hielt dies der berühmte Réaumur für etwas

so Unglaubliches, daß er aus Schonung für den bethörten Entdecker bei seinem Berichte an die französische Akademie im Jahre 1727 dessen Namen verschweigen zu müssen glaubte. Erst viele Jahre später, als Trembley und Bernard de Jussieu Peyssonnel's Beobachtungen bestätigt hatten, wurde der Name des Entdeckers bekannt. Jetzt ist nichts Räthselhaftes mehr im Leben dieser Thierchen, die allerdings in ihrer Gestalt, in ihrem Leben, in ihrer Vermehrungsweise und in ihren inselbildenden Gebilden wunderbar zwischen dem Pflanzenreiche und dem Steinreiche zu schwanken schienen. Die Aehnlichkeit mit manchen Tropfsteingebilden und die Härte der Korallen erhielt diesen eine lange Zeit den Namen Lithophyten oder Lithodendren (Steinpflanzen, Steinbäume) und die Alten glaubten, daß die Korallen im Meere weich seien und erst an der Luft steinhart würden. Zu diesem fast unbegreiflichen Irrthume verleitete vielleicht die Aehnlichkeit mancher Seetange mit den Korallen, welche erstere im Meere weich und riemenartig (vimen wie Ovidius sagt) sind und trocken hart und starr werden.

Diesem Irrthume folgte dann bis gegen die Mitte des vorigen Jahrhunderts der andere, der die Korallen für Pflanzen ansah.

Das Wort Polyp hat seine ursprünglichen Bedeutungen, in denen es bei einigen alten Schriftstellern vorkommt, zum Theil verloren, und wird in der beschreibenden Naturwissenschaft nur noch zur Benennung der zierlichen harmlosen Thierchen gebraucht, welche uns jetzt beschäftigen. Die Polypen des Meeres, vor denen wir uns nach schlechten Büchern und den Erzählungen unserer Wärterinnen als Kinder fürchteten, haben diesen Namen mit dem der Sepien oder Tintenfische vertauschen müssen und haben damit auch ihr Fürchterliches verloren. In der Lehre von den krankhaften Gebilden im lebendigen Leibe hat das Wort Polyp seine Bedeutung noch behauptet.

Die buchstäbliche Bedeutung des Wortes: „Vielfuß" läßt sich in der Anwendung auf diese Korallenbildner nur dadurch rechtfertigen, wenn man die in einem strahlenförmigen Kranze um die Mundöffnung geordneten feinen Fangarme oder Fangfäden Füße nennen will, als welche sie ihnen jedoch niemals dienen, und deren nur selten mehr als 6—12 vorhanden sind.

So groß die Korallen werden können, die wir mit dem wissenschaftlichen Namen Polypenstöcke benennen wollen, so wird dennoch der daraus sicht-

bar hervortretende Theil eines einzelnen Polypen selten größer als etwa eine Linie lang. Dieses Räthsel löst sich leicht, wenn wir einmal die Aehnlichkeit zwischen einem belebten Polypenstocke und einem Baume festhalten. Beide wachsen in gewissem Sinne ins Unendliche fort, beide sind aber keine abgeschlossenen Einzelwesen, wie die übrigen Thiere und einige wenige Pflanzen. Wann kann man von einem Baume sagen, daß er seine Vollendung erreicht habe? Wie viele Aeste und Zweige, Blätter und Blüthen gehören dazu? Bei einem Insekte, einer Schnecke, einem Fische, Lurch, Vogel oder Säugethiere können wir bestimmt sagen, wann es so zu sagen fertig ist. Wir können ihm dann keins seiner Glieder nehmen, ohne es zu verstümmeln, ohne seinen abgeschlossenen Körperbestand zu stören; wir können ihm dann aber auch kein weiteres wesentliches Glied hinzudenken, keinem Vogel einen dritten Flügel, keinem Säugethiere ein fünftes Bein. Sie sind eben Individuen, untheilbare d. h. in sich fest abgeschlossene Wesen. Einem Eichbaume können wir füglich einen Ast absägen, einen andern können wir uns anstatt mit 10 recht füglich mit 12 großen Aesten denken, ohne daß dieser wie jener aufhören würde, eine begrifflich unmangelhafte Eiche zu sein. Noch mehr, wir kennen die Eigenschaft alter aus Setzlingen erzogener Weidenbäume, zuletzt immer bis auf eine dünne Holzschicht unter der Rinde alles ihr Holz zu verlieren, daß sie zuletzt oft wie Schilderhäuschen aussehen. Wir könnten solche hohle Weiden von der rauhen knorrigen Krone bis zur Wurzel in zwei, drei Stücke spalten und die Stücke getrennt wieder pflanzen, und sicher würden sie für sich fortleben. Wo bleibt hier der Begriff des Individuums? Können wir mit einem der genannten Thiere etwas Aehnliches vornehmen? Nein! Der Baum ist eben kein Einzelwesen, wie die genannten Thiere es sind. Er ist ein Sammelwesen, d. h. eine Vereinigung vieler Einzelwesen zu einer zusammengesetzten Gesammtheit. Diese Einzelwesen des Baumes sieht man theils in den Knospen, theils in den Trieben, die sich jedes Jahr aus den Knospen entwickeln. Beides scheint mir nicht ganz angemessen. Wenn es die Knospen sind, so wären dies Individuen ohne Leben, und sie hörten auf, Individuen zu sein, wenn sich in ihnen das Leben regt und sie die Triebe aus sich entfalten. Wenn es die Triebe sind, so haben diese Individuen nichts Wesentliches vor dem Gesammtbaume voraus. Diesen Auffassungen gegenüber läßt sich vielleicht die geltend machen, daß die Blätter und die Blüthen zwei Rangordnungen

von Individuen am Baume sind, von denen die ersteren sich gewissermaaßen durch die Knospen fortpflanzen, welche, wenigstens die echten Knospen, stets in den Blattachseln entspringen, während die Blüthen nicht nur sich, sondern das ganze Sammelwesen durch den Samen fortpflanzen. Die Blätter bilden nebstdem den Bildungssaft, durch welchen der ganze Baum wächst, sie vergrößern so alljährlich den Wohnraum im Baumstaate; die Blüthen dagegen gründen, indem sie den Samen reifen und ausstreuen, neue, selbstständige Kolonien.

Doch ist auf solche Vergleiche zwischen Thier- und Pflanzenreich kein großer wissenschaftlicher Werth zu legen, weil in beiden Gebieten die Natur auf zu verschiedenen Standpunkten steht, als daß man dabei vor dem Mißgriffe sicher sein sollte, Unvergleichbares zu vergleichen.

Dennoch dürfen wir jetzt in unserem Vergleiche zwischen einem Baume und einem Polypenstocke fortfahren, denn die einzelnen Polypen verhalten sich zu ihrem Polypenstocke sehr ähnlich, wie die Blätter zu ihrem gemeinschaftlichen Stamme. Alle Blätter, welche je auf einem hundertjährigen Stamme gegrünt haben, haben ihr Theil an der Bildung von Stamm und Wurzel, und ähnlich ist ein viele Centner schwerer Polypenstock in einer langen Reihe von Jahren von vielen Generationen von Polypen erbaut worden, welche sich ähnlich den Baumblättern aus knospenähnlichen Anfängen auf den jüngsten Theilen des Polypenstockes entwickelten. Aller Kalk, aus welchem die Korallen bestehen, ist in den zarten Röhren des Polypenleibes aus der aufgenommenen Nahrung ausgeschieden und so regelmäßig abgelagert worden, daß eben der oft so überaus zierlich und regelmäßig gebildete Polypenstock daraus hervorging. Es beruht mithin die Bildung der Koralle auf einem wahren organischen Lebensprocesse, es ist keine nach einem bestimmten Form-Gesetze erfolgende, äußerliche Anlagerung des aus dem Meerwasser sich ausscheidenden Kalkes, wie es bei der Stalaktitenbildung der Fall ist. Am meisten läßt sich die Bildung der Korallen mit der Knochenbildung in unserem Leibe vergleichen. Neben der Aehnlichkeit zwischen einem Baume und einem Polypenstocke ist jedoch der Unterschied nicht zu übersehen, daß die Tausende von Polyen, welche gemeinsam eine Koralle bevölkern und fortbauen, durch ein gemeinsames Gefühlsvermögen gewissermaaßen zu Einem Leibe verbunden sind; denn eine Störung oder Verletzung der Polypen einer kleinen

Stelle des Stockes macht, daß sich sofort alle Polypen des ganzen Stockes in ihre kleinen Gemächer zurückziehen *).

Wie die Pflanzen über den Erdkreis an verschiedene Höhenstufen und Breitengrade vertheilt sind, wonach wir Niederungs-, Berg- und Alpenpflanzen, Pflanzen der Polarzone, der gemäßigten und der Tropengürtel unterscheiden, ebenso ist es mit den Korallenpolypen. In den Meeren der kälteren Zonen leben nur wenige Arten und in den verschiedenen Meeresgebieten zwischen und nahe den Wendekreisen finden sich, neben wenigen allgemein verbreiteten, meist verschiedene Arten.

Nur sehr wenige Arten gehören dem süßen Wasser an. In unseren großen Flüssen (z. B. bei Dresden in der Elbe und in den Elblachen des großen Geheges) und in Teichen kommt ein Süßwasserpolyp, Halcyonella stagnorum, vor, welcher aus eckigen Schläuchen von einer pergamentartigen Masse bis faustgroße Klumpen baut, welche entweder in dem Wasser schwebende Wurzeln und Stengel bedecken oder die Außenseite der Muscheln als ein moosähnliches Geflecht überziehen. In einem Glase Wasser kann man den überaus zierlichen Bau dieser Polypen leicht beobachten, wie sie entweder alle zugleich ihren zarten Federbusch von Fang- oder Fühlfäden ausstrecken, oder bei der leisesten Erschütterung des Gefäßes im Nu alle in ihre Röhren zurückfahren.

Die Verbreitung der kalkige Polypenstöcke bauenden Arten, die uns jetzt allein beschäftigen, ist ziemlich beschränkt, indem sie mit wenigen Ausnahmen auf den Gürtel innerhalb der Wendekreise verwiesen sind, wo die mittle Wärme des Meerwassers an der Oberfläche 22—24° R. beträgt. Hier findet die Riffbildung am reichlichsten statt und vermindert sich je weiter von den Rändern dieses Gürtels desto mehr. Auch hier jedoch bewährt der Golfstrom seine erwärmende Kraft, indem er durch sein warmes Wasser bei den unter dem 32° N. Br. liegenden Bermudas-Inseln die Riffbildung ausnahmsweise sehr befördert.

Von 306 Arten, welche man aus dem indischen Ocean und aus der Südsee kennt, gehören ausschließlich dem ersteren 117, der letzteren 162 an, und nur 27 Arten gehören beiden Meeren an, obgleich diese zusammenhängen.

*) Wer über die Organisation und die Lebensvorgänge der Korallenpolypen etwas Näheres wissen will, den verweise ich auf: Harting, die Macht des Kleinen ꝛc. Deutsch von Schwarzkopf. Leipzig bei W. Engelmann. S. 14—51.

Von größerer Bedeutung jedoch für unsere Frage, wegen welcher wir diese Thiere in diesen Abschnitt aufgenommen haben, sind die Tiefenstufen, innerhalb welcher die Korallenpolypen auf dem Meeresgrunde leben und bauen können. In den größten mit Sicherheit erreichten Meerestiefen finden sich außer mikroskopischen Gebilden keine Thiere und Pflanzen, also auch keine Korallenpolypen. Die meisten Arten derselben kommen bis zu einer Tiefe von höchstens 120—150 Fuß vor und nur wenige finden sich bis zu der beträchtlichen Tiefe von 1620 Fuß. Wenn wir also Korallenriffe und große Inseln, die blos aus Korallen aufgeführt sind, kennen, so müßte man zufolge dieser Lebensregel der Polypen glauben, daß um diese Inseln herum das Meer keine größere Tiefe als 150 bis höchstens 1620 Fuß haben könnte. Dem ist aber nicht so.

Ehe wir nach Darwin's Theorie die Lösung des Räthsels anführen, daß dennoch aus viel beträchtlicheren Tiefen Korallenriffe emporsteigen, werfen wir noch einen Blick auf das Verhältniß der bauenden Polypen zu ihrem Stocke und zu dem Riffe, dem dieser angehört. Ein begrenzter Polypenstock, von einem einzelnen Polypen ursprünglich abstammend, z. B. eine bis 10 Fuß hohe Halbkugel einer Labyrinthkoralle (Maeandrina), dessen ganze Oberfläche von vielen Tausenden von Polypen belebt wird, ist keineswegs durchaus in seinem ganzen Innern von diesen belebt. Nur immer seine äußere Schicht ist dies, indem die bauenden Polypen auf der Oberfläche sich immer verjüngen und die, welche vor ihnen bauten, gestorben sind. Es baut also immer das eine Geschlecht auf den Werken des vorhergehenden weiter, wie wir es ähnlich vorhin bei den eine Torfschicht bildenden Pflanzen gefunden haben. Dies Absterben beruht darauf, ist wenigstens stets davon begleitet, daß die an sich schon äußerst feinen Kanälchen, welche den Kalk absetzen, zuletzt sich selbst mit Kalk vollstopfen und verschließen.

Dies schließt jedoch nicht aus, daß manche Polypenstöcke dennoch im Innern mit oft sehr regelmäßig vertheilten Höhlungen versehen sind. Diese beruhen auf gewissen Anordnungsgesetzen, wie die neu hinzuwachsenden Polypen neben und über den anderen desselben Stockes entstehen.

Wenn wir den Meeresgrund als fest und unabänderlich annehmen, wie man dazu geneigt sein wird, so müßte ein Polypenstock oder eine Gruppe davon, welche 150 Fuß tief auf dem Meeresgrunde angefangen worden ist,

nur so lange aufbauen können, bis der Meeresspiegel erreicht ist, da die Polypen nur unter Wasser leben können. Wenn wir nun von solchen Polypen gebildete Korallenriffe bis zu weit bedeutenderen Tiefen hinabreichen und Hunderte von Fußen über den Meeresspiegel emporragen sehen, so sind wir gezwungen, an der ungestörten Festlage des Meeresgrundes zu zweifeln oder nach einem Einflusse uns umzusehen, welcher jenes Gebundensein des Polypenlebens an eine bestimmte Tiefenstufe des Meeres abzuheben vermag.

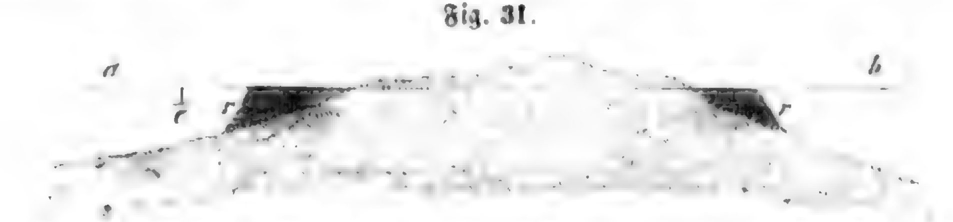
Einen solchen Einfluß finden wir nicht, sondern wir finden, was wir viel weniger erwartet hatten, unseren Glauben an die Festigkeit des Meeresgrundes falsch, denn wir finden die Lösung jenes Räthsels in dem Vulkanismus, mit welchem Namen Humboldt den Inbegriff der Reaktionen des Innern unseres Planeten gegen dessen Rinde und Oberfläche bezeichnet. Kleine Thierchen stehen mit dem Neptunismus und Vulkanismus im Bunde, um Riesenbauwerke, menschliche Wohnplätze zu gründen, mit jenen Grundkräften der Erdbildung, nach welchen sich lange Zeit die Auffassung der Geologie in eine neptunistische und in eine vulkanistische schied.

Alle Seereisenden stimmen in dem Entzücken über die unbeschreibliche Farben- und Formenpracht eines Korallenriffes überein, wie es bei ruhiger See wenige Faden tief unter dem lufthellen Meerwasser sich ausbreitet. Ueber den Bord des Bootes gelehnt, glauben sie auf einen Feengarten niederzuschauen, über dessen Blumenbeeten buntfarbige Fische wie Vögel und Schmetterlinge schweben. Im Anschauen versunken entfällt ihrer Hand das Ruder, daß es einen Moment den ruhigen Seespiegel kräuselt und im Nu ist all dieses Zauberwerk verschwunden. Sie sehen in düsteres Grau gekleidet Millionen Zacken und Ecken und Buckel den Meeresboden bilden, und indem alle Schrecken eines Strandens in ihre Brust einziehen, sehen sie nicht mehr das bunte Korallenriff, sondern das nackte Riff, auf welchem ihnen schon einmal der Kiel eines Schiffes zerbrach. Der Ruderschlag hatte alle die Millionen Polypen, die alleinigen Träger jener Farbenpracht, die Blüthen der nun mit einmal entlaubten steinernen Gewächse, plötzlich in ihre kleinen Gemächer zurückgescheucht. — Und dennoch lieben es diese zarten scheuen Wesen, sich in brandender See anzusiedeln und vermeiden die ruhigen Buchten eines vorspringenden Felsenufers, ebenso sehr, wie sie das süße Wasser, für sie ein

tödtendes Gift, fliehen, so daß die Einmündung eines Stromes immer die Kette eines Strandriffes unterbricht.

Mit dem Namen Strandriff bezeichnet man diejenigen Riffe, welche an der Küste einer Insel oder eines Festlandes angebaut sind, so daß zwischen ihnen und dem Ufer kein von Korallen freier Streifen übrig bleibt. Fig. 31 *) veranschaulicht uns dies an einem senkrechten Durchschnitte der Insel Vanikoro,

Fig. 31.



Senkrechter Durchschnitt der Insel Vanikoro. a b Meeresspiegel, r r Strandriff, c Maaßstab von 1200 Fuß Meerestiefe.

einer vulkanischen Insel im St. Cruz-Archipelagus nodöstlich von Neuholland. Sie steigt mit einem 3032 F. hohen Pik über den Meeresspiegel (die Linie a b) empor. An beiden Seiten des Durchschnittes sehen wir das Strandriff (rr), welches wir nach der 1200 Fuß angebenden kleinen Linie c auf etwa 3000 Fuß Mächtigkeit schätzen können.

Die 325 □ M. große Insel Neu-Kaledonien (Fig. 32.) giebt uns ein Beispiel von der Bedeutung solcher Riffumwallungen der Küsten (rrr). An

Fig. 32.

Die Insel Neu-Kaledonien. r r r r Riffbildungen.

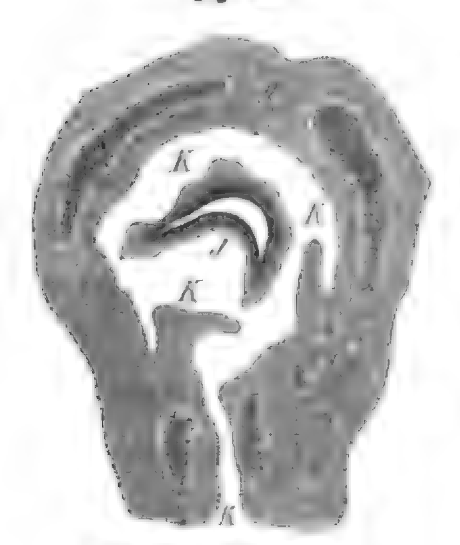
der einen ihrer langen Seiten ist die Insel von einem 14 Meilen langen Riffe mit dem unheilverkündenden Namen Banc du Naufrage umgeben, während die gegenüberliegende Seite nur ein kleines Strandriff trägt und an den beiden Spitzen der Insel sich kleinere inselartige Riffe finden. Das lange Riff ist nur

*) Bei dieser und den drei folgenden Figuren ist das Riff gegittert dargestellt. Dies soll zugleich bezeichnen, daß die Oberfläche der Riffe zur Fluthzeit meist vom Wasser bedeckt sind.

in seinem mittleren Theile Strandriff, während es zu beiden Seiten dieser Stelle von der Küste sich entfernt und zwischen dieser und sich einen Kanal frei läßt. Neu-Kaledonien bildet daher einen Uebergang zu einer zweiten Klasse von Riffen.

Diese sind die Kanalriffe, deren Erklärung eben gegeben worden ist. Oft umgeben solche Kanalriffe eine Insel als ein geschlossener, nur an einer oder einigen Stellen offener Kreis, der durch einen kreisförmigen Kanal von der Insel selbst getrennt ist. Das Riff und der Kanal verhalten sich zu der eingeschlossenen Insel also ähnlich wie Wall und Wallgraben zu der davon umgebenen Festung. Als Beispiel davon diene uns die Insel Maurua (Fig. 33), zu dem Archipel der Gesellschaftsinseln Polynesiens gehörig. Der Kanal (kkk) schließt die halbmondförmige Felseninsel ein. Das den Kanal einschließende Riff hat sich besonders nach der einen Seite stark entwickelt und schließt da einen langen Einfahrtskanal ein. Die meisten Riffe zerfallen an ihrer Oberfläche in zweierlei Gebiete, in solches, welches zur Fluthzeit von dem Meere überströmt wird, und in solches, welches stets frei vom Wasser bleibt, obgleich ebenfalls meist nur wenig über dem Meeresspiegel erhoben. Dadurch ist das Maurua und ähnliche Inseln umgebende Riff bald ein zusammenhängender Wall, bald löst sich dieser in getrennte niedrige Inseln auf, deren wir hier 11 theils kleine, theils langgestreckte unterscheiden. Dieser Kanal hat stets eine ruhige See und daher bauen in ihm die Polypen weniger als an der brandenden Außenseite des Riffs. Im andern Falle würden diese Kanäle, die gewöhnlich nur unbedeutende Tiefe haben, von den Korallen bald ausgefüllt werden.

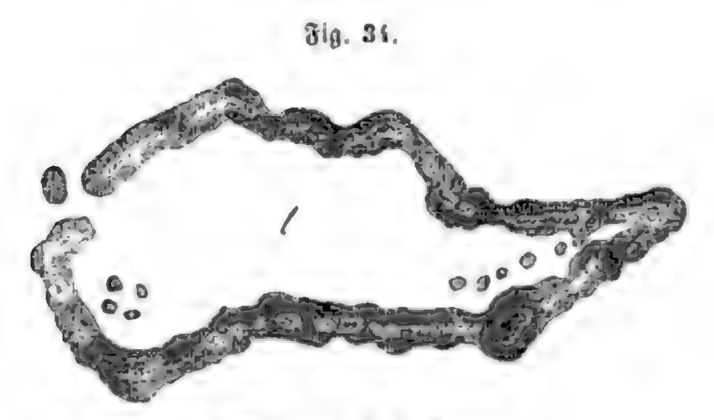
Fig. 33.



Die Insel Maurua.
K K K Kanal.

Eine dritte Klasse der Korallenriffe ist das Lagunenriff oder Atoll. Ein Lagunenriff unterscheidet sich von einem Kanalriffe dadurch, daß es nicht eine Insel, sondern eine Lagune, ein Stück der Meeresoberfläche, ringförmig umschließt. Fig. 34 zeigt uns das Atoll Heyou im stillen Ocean von unregelmäßig länglicher Gestalt. Die „Lagune“ (l) ist zur Zeit der Ebbe von

Fig. 31.



Atoll Heyou. l die Lagune.

einem unregelmäßigen, über eine Stunde breiten Wall trocknen Landes (der Oberfläche des Korallenriffs) umgeben und hat dann nur einen einzigen Zugang von dem offenen Meere her. Zur Zeit der Fluth dagegen verschwindet auch hier ein großer Theil des Wasserwalles unter dem Wasserspiegel und es bleiben davon nur einzelne größere und kleinere Inseln übrig. Dasjenige Stück Meer, welches ein solcher ringförmiger Korallenwall umschließt, nimmt oft einen sehr beträchtlichen Flächenraum ein, der sogar in einzelnen Fällen einen Durchmesser bis zu 80 engl. Meilen hat. Bei so großen Atolls ist jedoch der Wall auch während der Ebbe nicht zusammenhängend, sondern besteht aus stets getrennten Riffinseln, die zum Theil wieder Atolls oder Kanalriffe sind. Es hat lange Zeit den Scharfsinn der Naturforscher beschäftigt, die ringförmige Anlage der Lagunenriffe zu erklären. Man dachte zunächst an große unterseeische Krater, auf deren kreisförmigem Rande die Korallenriffe gegründet und dann bis zum Meeresspiegel herauf gebaut seien. Gegen diese riesenmäßige Größe würde der Krater des größten bekannten Vulkanes, des Kirauea auf der Insel Hawai, der ungefähr einen Durchmesser von zwei Meilen hat, ein winziges Loch sein und wegen dieses unnatürlichen Kontrastes hat man die Idee der Kratererklärung aufgegeben. Dasselbe mußte mit einer andern Erklärungsweise geschehen, die noch viel weniger Wahrscheinlichkeit für sich hatte. Man glaubte nämlich, ein Instinkt treibe die Korallen an, sich gemeinsam im Kreise anzusiedeln. Es gehört ein starker Glaube dazu, anzunehmen, daß ein Polyp bei der Wahl seines Wohnplatzes wisse und darauf Rücksicht nehme, was 80 Meilen davon andere Polypen gethan haben. Wir dürfen bei der Aufsuchung der richtigen Erklärungsweise der Atollbildung nicht vergessen, daß die regelmäßige Kreisform eine Nebensache ist und daß die

verschiedensten unregelmäßigen Gestalten eben so häufig vorkommen, wovon ich in der Insel Heyou absichtlich ein Beispiel gewählt habe. Die Hauptsache ist vielmehr, daß größere oder kleinere Flächen des Meeresspiegels in den manchfaltigsten Linien von Riffen umschlossen werden. Ein aufmerksamer Blick auf eine Specialkarte von Europa, auf welcher die Gebirge genau angegeben sind, kann uns zum Verständnisse dieser Erscheinung verhelfen. Aus den Kuppen der Gebirge, welche ganz Italien, Sicilien, Sardinien und Korsika durchziehen, läßt sich ein Atoll zusammensetzen, welches in ziemlich regelmäßig ovaler Linie, die nur zwischen Sicilien und Sardinien wesentlich unterbrochen wäre, die Kuppen der angedeuteten Gebirgszüge vereinigen würde. Auf der schönen Leuthold'schen Karte von der Schweiz finden sich viele Höhengruppirungen, welche unter dem Meere zu Lagunenriffen Anlaß geben könnten. So viel ist wohl keinem Zweifel unterworfen, daß die Züge der Erhebungen des Meeresbodens bei der Gestaltung der Atolls betheiligt sind.

Es ist schwer zu entscheiden oder auch nur eine Vermuthung darüber auszusprechen, ob bei der Erhebung der gegenwärtigen Continente der Meeresboden einfach blos ungehoben geblieben oder gleichzeitig eingesunken sei. Jedenfalls steht aber nichts der Vermuthung entgegen, daß auch auf dem Meeresboden, der ja $^2/_3$ der Erdoberfläche einnimmt, großartige vulkanische Hebungen stattgefunden haben, die eben so gut aus mehr oder weniger kreisförmigen, als aus anders gestalteten Spalten empordrangen.

Vielleicht darf sich auch noch eine andere Vermuthung hören lassen. Wir haben im dritten Abschnitte erfahren, daß im Ocean nicht blos Oberflächen- sondern auch Tiefenströmungen stattfinden; ebenso haben wir gesehen, daß die Korallenpolypen sich lieber im bewegten als im ruhigen Wasser ansiedeln. Wir wissen, daß die Kämme unserer Gebirge einen großen Einfluß auf die Luftströmungen und überhaupt auf die Bewegung des Luftmeeres äußern; — sollten die untermeerischen Gebirge nicht einen ähnlichen Richtungseinfluß auf die Meeresströmungen äußern können, und sollten diese nicht oft Kreisströmungen und dadurch Veranlassung zu kreisförmigen Riffbildungen sein, weil eben die Polypen am liebsten in bewegtem Wasser bauen? Wahrscheinlich fehlt es dort unten auch nicht an jener großen Bewegungskraft, die wir in der Wärme kennen gelernt haben. Gerade in jenem Meeresgürtel, wo sich die zahlreichsten Lagunenriffe finden, sind die meisten Inseln vulkanischen Ursprungs

und finden sich die meisten und größten Vulkane. Untermeerische Erdbeben und Vulkanausbrüche — wir erinnern uns an den vom Juli 1831, welcher an der Ostküste von Sicilien die bald wieder verschwundene Lavainsel Ferdinadea aus dem Meere emportrieb — sind ohnehin die beständigen Begleiter von thätigen Inselvulkanen und darum kann es in jenen Meeren dem Meeresboden an warmen und also bewegenden vulkanischen Aushauchungen nicht fehlen.

Schon oben habe ich den Vulkanismus als einen Bundesgenossen der Korallenpolypen bei der Riffbildung angekündigt; wir haben nun zu sehen, wie er sich dabei betheiligt. Es ist hier nicht der Ort, ausführlich darauf einzugehen und wir müssen uns daher beschränken, es einfach als Thatsache aufzuführen, daß viele Ländergebiete oft weit von jedem thätigen Vulkane in langsamer, aber stetiger Hebung oder Senkung begriffen sind, wobei die Uferlinie als messendes Malzeichen dient. In Europa ist dies z. B. mit Skandinavien und Dänemark der Fall, in der neuen Welt mit der ganzen Westküste von Südamerika, wo die Erscheinung ohne Zweifel mit den vielen Vulkanen der Andenkette in Zusammenhang steht.

Diese Hebungen und Senkungen nennt man säkulare, weil man ihre Erfolge nicht mit den Augen verfolgen kann, dieselben sich vielmehr erst nach langer Zeit merkbar machen.

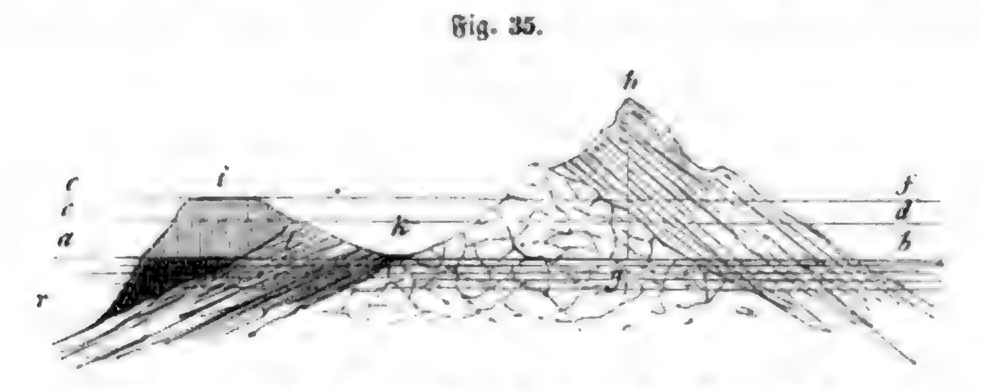
In den säkularen Senkungen von den untermeerischen Berghöhen, auf deren Kuppen sich Korallen angesiedelt haben, finden wir nun ein ausreichendes Erklärungsmittel für das tiefe Hinabreichen vieler Riffe. Die untersten, also zuerst gebauten Korallenmassen derselben sind nicht in der Tiefe gebaut, in welcher sie sich jetzt finden, sondern in geringerer Tiefe, wie sie das uns bekannte Bedürfniß der Korallenpolypen in dieser Hinsicht erforderte. Solche einer säkularen Senkung unterworfene Koralleninseln müssen so lange im ununterbrochenen Wachsen begriffen sein, als die Senkung stattfindet; denn dadurch wird verhindert, daß die Polypen jemals den Wasserspiegel erreichen; Senkung und Korallenbau halten vielleicht nahezu gleichen Schritt. Dagegen müssen die auf festem Meeresboden gegründeten Riffe die Endschaft ihres Baues erreichen, wenn sie den Meeresspiegel erreicht haben.

Die säkularen Hebungen müssen nun ihrerseits das Ende eines Riffbaues beschleunigen, indem dadurch die Oberfläche des Riffes schneller an den

Wasserspiegel emporgehoben wird, als es durch das Bauen selbst geschehen sein würde. Zuletzt wird durch den Vulkanismus das Riff noch über den Meresspiegel hinausgehoben.

Es ist leicht zu errathen, daß durch diese Hebung und Senkung die drei unterschiedenen Klassen der Korallenriffe in einander müssen umgewandelt werden können. Die folgende Figur, welche den senkrechten Durchschnitt einer Insel darstellt, wird uns dies in einem der möglichen Fälle veranschaulichen.

Fig. 35.



Umwandlung eines Strandriffs in ein Kanalriff. (Siehe den Text.)

Die Insel ragt in der senkrechten Höhe g h über den Meeresspiegel a b empor und trägt an der linken Seite das Strandriff r. Landeinwärts davon hat die Insel hinter einer Erhöhung der Küste (l) ein tiefes Thal (k). Wir denken uns die Insel in säkularer Senkung begriffen, und daher das gegenwärtige Verhältniß ihrer Höhe zum Meeresspiegel (g h : a b) nur als ein vorübergehendes. Die Senkung muß dieses Verhältniß ändern. Ist die Insel so weit gesunken, daß der Meeresspiegel für sie nun die Linie c d ist, so muß inzwischen auch das Riff bis an den Kamm der Küstenerhebung l gebaut worden sein. Von da an muß das Meerwasser in die Thalvertiefung k eindringen und daraus einen Kanal und mithin das ursprüngliche Strandriff r in das Kanalriff i umwandeln.

Ist an einer Insel das Uferverhältniß rings um die ganze Insel so wie hier nur an der linken Seite, so muß daraus ein Riff werden, wie es uns die Insel Maurua (Fig. 33.) zeigte. Ja wenn die Senkung noch länger andauert, bis endlich die letzte Spitze der Insel untertaucht, dann ist aus dem ursprünglichen Küstenriff erst ein Kanalriff und zuletzt ein Lagunenriff oder Atoll geworden. Auf diese Weise mögen wohl viele kleinere Atolls entstehen.

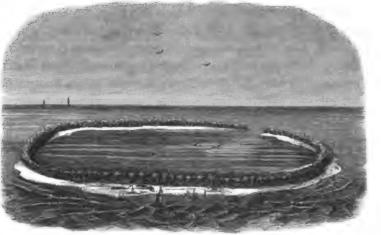
Wie nun die Hebung ändernd einwirken kann, bedarf kaum der weiteren

Erklärung. Aus einem Atoll kann ein Kanalriff werden und aus diesem ein Strandriff.

Wir haben nun die Einzelnheiten der Bildung und Beschaffenheit der Korallenriffe näher zu betrachten.

Die letzte Arbeit, um eine über den Wasserspiegel emporragende Fläche zu bilden, übernehmen die brandenden Wogen des Meeres. Diese werfen Sand, Steine, Schalthiere, Korallenbrocken, Tange und allerlei andere Dinge auf die Oberfläche des dicht unter dem Meeresspiegel liegenden Riffs, die zwischen den Zacken der Korallen hängen bleiben. Ist die Fläche des Riffs über den Spiegel des Meeres emporgetaucht, so vereinigen sich die Abwechslung von Ebbe und Fluth und die glühenden Sonnenstrahlen, um dieselbe durch Verwitterung in einen feinen Sand zu verwandeln, der immer die Küste der Koralleninseln und den Grund der Lagunen und Kanäle bildet. In der erstorbenen obersten Schicht des Riffs entstehen Spaltungen und die dadurch sich ablösenden Blöcke werden von Sturmfluthen emporgethürmt und so eine Erhöhung des Riffs herbeigeführt. Die Meereswogen bringen Treibholz herbei, dessen Verwesung einen Pflanzenboden vermittelt, in welchem die von Winden und Wellen und selbst durch Vögel herbeigeführten Samen, namentlich Kokosnüsse, keimen und das junge meergeborene Land bald mit Pflanzen bedecken. Die nützliche Kokospalme, welche neben den Seeprodukten dem einfachen Leben jener Insulaner genügt, findet sich auf fast allen Atolls und Kanalriffen als wesentlicher Bestandtheil des grünen auf dem Meeresspiegel schwimmenden Kranzes, als welcher viele Atolls erscheinen. (Fig. 36.) Die Tiefe der Lagune des Atolls ist sehr verschieden, meist 120—240 Fuß. Sie ist wahrscheinlich desto tiefer, je älter das Atoll und es durch Versenkung einer Insel in der vorher beschriebenen Weise entstanden ist. Am äußeren Ufer ist die Meerestiefe meist sehr bedeutend. Nach den Mittheilungen des Capitain Beechey sind die Maaßverhältnisse der 30 engl. Meilen langen und etwa 5 Meilen breiten Bowinsel folgende: Der Landring, der auf der Windseite — von woher die meisten Samen angeschwemmt werden mußten — mit hohen Bäumen bedeckt ist, ist nur ⅙ engl. Meilen breit und fällt nach beiden Seiten rasch in das Meer ab. An der äußeren Seite ist die Tiefe unmittelbar unter der Brandung 36 bis 60 Fuß, wenige Schritte davon schon 240 Fuß und in geringer Entfernung fand man bei 250 Faden (1500 Fuß) schon keinen Grund

Fig. 36.



Landschaftliche Darstellung eines Atolls.

mehr. Es steigt also die Außenseite des Atolls wie eine Mauer steil vom Meeresgrunde empor.

Es ist ganz besonders auffallend, daß solche Atolls, selbst in ihrem nur aus Korallenmasse gebildeten Boden, fast stets süßes Wasser spenden, wenn man in dieser Brunnen gräbt.

Ueberblickt man auf einer Karte jene ungeheure Meeresfläche, wo zwischen dem Festlande von Neuholland und der Westküste von Südamerika zahllose Inselgruppen verstreut liegen, so kann man darunter einen untergetauchten Continent suchen, dessen Bergspitzen durch die Korallenpolypen gewissermaßen über dem Meeresspiegel erhalten werden.

Wie hier an tausend Punkten der vom Meere bedeckten Erdoberfläche nicht zu schätzende Millionen winziger Geschöpfe Berge aufführen und ihnen dabei die säkularen Senkungen behülflich und förderlich sind, so haben an anderen Punkten säkulare Hebungen die kleinen Baumeister aus ihrem Elemente emporgehoben und getödtet und ihre Bauten hoch über dem Meeresspiegel zu Tage gelegt. Die ganze Westküste Südamerika's entlang finden sich an den Uferbergen oft in beträchtlicher Höhe lange Reihen von Korallenriffen und

Digitized by Google

Muschelbänken, welche sich nur unter dem Meeresspiegel gebildet haben konnten.

In den früheren Epochen der Erdgeschichte haben die Korallenpolypen dieselbe Rolle gespielt, wie heute noch. Korallenkalk, d. h. ehemalige Korallenriffe, findet man in allen marinen Gebirgsformationen, namentlich in der Jura-, Kreide- und in den Uebergangsformationen. Dieser oft sehr bunt gefärbte und sehr dichte Korallenkalk wird mitten in unseren heutigen Festländern gebrochen und bildet einen gesuchten Baustein für unsere Kirchen und Paläste.

Neben der Torfbildung und den Korallenriffen besteht noch eine andere durch lebende Wesen vermittelte, im Wasser stattfindende Neubildung fester Erdschichten. Können sich deren Ergebnisse auch nicht mit jenen messen, so ist die ganze Erscheinung doch in anderer Weise nicht minder staunenerregend. Ich meine die Bildung der sogenannten Infusorienerde. Unter dem Namen Bergmehl war diese meist gelblich weiße oder silbergraue feine Erde längst bekannt, wurde aber erst 1836 ihrer inneren Bedeutung nach richtig gewürdigt und Kieselguhr benannt, weil sie oft fast lediglich aus Kieselsäure besteht. Der seit langer Zeit fast nur mit der Erforschung der sogenannten Infusionsthierchen beschäftigte Ehrenberg, der sie gegen eine überwiegende Mehrheit der Forscher auch immer noch hartnäckig für Thiere angesehen wissen will, hat viel Licht über diese sonderbaren Erdschichten verbreitet. Diese mikroskopisch kleinen Wesen stellt man jetzt als Spaltalgen, Diatomeen, fast allgemein zu dem Pflanzenreiche. Sie bestehen stets nur aus einer einzigen, von einer Kieselschale umschlossenen Zelle, welche sich aber oft in Linien (daher sonst auch Stabthierchen genannt) oder in Kreise aneinander fügen. Sie sind stets so klein, daß das Bergmehl ein außerordentlich feines Pulver bildet. Sowohl im Meer- als im süßen Wasser kommen die sehr zahlreichen Arten dieser Urpflänzchen vor und bilden auf dem Grunde desselben durch ihre unverweslichen Kieselschalen eine überaus feine Ablagerung, theils ganz allein, theils vermischt mit feinem Schlamm. Am Südrande der Lüneburger Heide findet sich ein solches Lager von 28 Fuß Mächtigkeit, worin man 14 verschiedene Arten unterschieden hat. Ein großer Theil von Berlin steht auf einem Thonlager von 5 bis 100 Fuß Mächtigkeit, welches zu zwei Dritteln aus Diatomeen besteht. Diese Ablagerungen sind in ihren obersten Schichten noch lebendig

und wachsen durch die große Vermehrungsfähigkeit dieser räthselhaften Wesen ohne Unterbrechung. Man unterscheidet bereits gegen 1000 Arten, welche über den ganzen Erdkreis verbreitet sind, obgleich zum Theil wie die höheren Thier- und Pflanzenarten an gewisse örtliche Verhältnisse verschieden vertheilt. Die größten Tiefmessungen des Meeres, von denen wir im folgenden Abschnitte zu sprechen haben werden, haben aus ungeheuern Meerestiefen Diatomeen heraufbefördert. In dem Hafen von Pillau setzt sich ein Schlamm ab, der bis zur Hälfte aus Diatomeenschalen besteht und jährlich 7200—14,000 Kubikmeter beträgt. Der Trippel und der Saugschiefer, zu den jüngsten Ablagerungen der Vorwelt gehörend, bestehen großentheils aus Diatomeenschalen. Ein Kubikzoll aus dem 14 Fuß mächtigen Biliner Polirschiefer-Lager enthält 41,000,000,000 Diatomeenschalen.

Solche Lager von Polir- und Saugschiefern, oft von noch bedeutenderer Mächtigkeit, finden sich an sehr vielen Orten der Erde, und an sie schließen sich hinsichtlich der Entstehungsart und der Zeitfolge die lebenden von Berlin und andere unmittelbar an.

Als Wolke und Welle sprichwörtliches Sinnbild der Wandelbarkeit, haben wir dennoch in diesem Abschnitte das Wasser als Bildner des Starren, Festen kennen gelernt. Ohne das Wasser würde sich die Umgestaltung der Erdoberfläche auf die wenigen Veränderungen beschränken, zu deren Vermittlung dem Vulkanismus nur noch ein Rest von Kraft verblieben zu sein scheint. Das Wasser ist es, wodurch in das starre Antlitz der Erde Wechsel und Bewegung gebracht wird. Was es vor Aeonen aufbauete, zerstört es heute wieder, um morgen daraus neue Werke aufzuführen. Das Wasser ist es, welches den starren Stoff in feinste Lösungen verflüssigt und, wie uns der sechste Abschnitt lehren wird, in Thier- und Pflanzenleibern wieder in veredelte Form gebunden zurückläßt, in deren Hauche als Wassergeist in die Lüfte entweichend. Wo sich auf unserem Planeten Festes bildet aus Flüssigem oder Festes zu Flüssigem wird, wir finden dabei das Wasser fast immer als betheiligten Vermittler.

Am Schlusse dieses, an interessanten Naturerscheinungen so reichen, Abschnittes liegt uns die Frage sehr nahe, welcher Art der sichtbare Einfluß der umgestaltenden Macht des Wassers sei. Sie läßt sich nicht allgemein beantworten, sondern nur von verschiedenen Gesichtspunkten aus. Daß es zer-

störend und aufbauend wirkt, war das eintheilende Moment vorstehender Darstellung. Auf dem Festlande ist die erstere Wirkung des Wassers entschieden überwiegend, denn seine Bauwerke durch Fällung von Kalk und Kieselerde sind verschwindend klein gegen die Abtragung der Berge, wenn diese auch in einem Menschenalter nicht oder nur selten ein wenig bemerkbar ist. Unter dem Meeresspiegel ist das Verhältniß vielleicht gerade umgekehrt. Da der Meeresboden wesentlich zu tief für die mechanische Zerstörungskraft des Wassers liegt, so beschränkt sich diese vorzüglich auf die Küstenlinien, während durch die Einschwemmung fester Massen durch die Flüsse und durch die Korallenpolypen viel zum Aufbau neuer Festlandsmassen, wenn auch größtentheils untermeerisch bleibender, geschieht. Da wir aber hiervon fast nur das zu sehen bekommen, was vulkanische Kräfte über den Meeresspiegel emporheben, so muß die Wirkung des Wassers auf das Relief der Erdoberfläche mehr eine verniedrigende, ebnende, ausgleichende genannt werden. Auch die Aufschichtung von Sand- und Geröllmassen, welche große Wasserfluthen zuweilen hinterlassen, kann diese Ansicht nicht entkräften, denn diese Massen waren vorher den Bergen entnommen, also ihr Aufbau nur ein Ersatz für eine Beraubung eines anderen Ortes. Es ist dies recht eigentlich eine Ausgleichung.

Wollten wir uns daher ein Bild von dem Ansehen der Erdoberfläche machen, was ihm, in freilich undenkbar fernen Zeiten, das Wasser aufprägen wird, so muß es das einer wellenförmig unterbrochenen und gefurchten Kugelfläche sein.

Wenn man mit diesem Gedanken auf Gebirgsreisen um sich blickt, so findet man in den vielfach zerrissenen und zerbröckelnden Felswänden und in den Schutthalden an ihren Füßen hundertfältig die Belege zu dieser nivellirenden Thätigkeit des mächtigen Elementes.

Fünfter Abschnitt.

Das Meer und die Gewässer des Festlandes.

Erste Hälfte:

Das Meer.

Flächen- und Tiefenverhältniß zwischen Meer und Festland; Eintheilung des Meeres; — Versuche und Mittel, die Tiefe des Meeres zu messen, Fig. 37. 38.; Beschaffenheit und Veränderlichkeit der Küsten; Unveränderlichkeit des Meeresspiegels; Ursprung des Salzgehaltes des Meerwassers; Temperaturverhältnisse des Meerwassers, Polareis; Ursprüngliche Farbe des Meerwassers und Färbung desselben durch fremde Körper; Leuchten des Meeres; Ebbe und Fluth; Meeresströmungen.

Wir sind nun auf dem Weltenmeere.
Es rauscht das urgewalt'ge, hehre,
Unüberdenkbar weit
Und unermeßlich breit,
Laut und geheim,
Im Wogenreim,
Fort, immer fort, zu Gottes Ehre.
Es rauscht und rauscht
Und tauscht und tauscht
Stillgewaltig
Tausendgestaltig,
Die schwungvoll schönen, schnellen,
Die leichten und lichten Wellen.
Und rauscht und umrauscht
Wogend den Erdenball,
Und spiegelt nächtig
So prächtig
Das ganze funkelnde All,
Und birgt so endlos groß
Das Wunder in seinem Schooß,
Und läßt uns ahnen,
Und will uns mahnen,
Daß in seiner unergründlichen Tiefe
Die Kraft der Schöpfung schliefe.

Doch wenn es murrend rollt
Und stärker wogt und grollt,
Und endlich wuthentbrannt
Schäumend bespeit den Strand;
Mit furchtbarem Geräusch,
Mit Donner und Gekreisch
Alles vernichtend,
Geifernd
Und eifernd
Die gepeitschten Wasser schichtend,

Als wollt' es auf seinen Wellenthürmen
Mit rasendem Dröhnen
Und heulendem Höhnen
Den finstern Himmel erstürmen.
Dann mit Angstgeberde
Zittert das Wesen der Erde,
Bis der Ewigkeit Geist
Die Schrecken endlich schweigen heißt.

Doch das tobende, wogende Meer
Beruhigt sich schwer;
Noch hört man es murrend rollen,
Noch immer heulen und grollen,
Noch sieht man's schäumen
Und sich bäumen;
Bis es ruhiger wieder
Dichtet die Wogenlieder
Und rauscht und rauscht
Und tauscht und tauscht
Stillgewaltig,
Tausendgestaltig
Die schwungvoll schönen, schnellen
Die leichten und lichten Wellen.

Und in dies Grab so weltengroß,
In diese Fremde so hoffnungslos,
In diese verderbenschwere,
Erbarmenleere,
In diese Alles bezwingende,
Alles verschlingende
Endlose Wasserwüste
Wagt sich von blumiger, nährender Küste,
Verlassend das sichere Haus,
Voll Zuversicht, ohne Wanken,
Das kleine Wesen hinaus
Mit seinem Gedanken! —
Auf seinem geschnitzten Splitter
Zieht der kecke, tollkühne Ritter
Kämpfend mit Wellen und Winden,
Mit unsäglichen Hindernissen,
Um neue Welten zu finden
Und Schätze zu suchen und — Wissen!

Adolf Glasbrenner, Neuer Reineke Fuchs, 39. Capitel.

Wer könnte diese Schilderung des gedankenreichen Dichters lesen, ohne darin, auch wenn er nur ein mal am Meeresufer stand, die Macht der ergreifenden Wahrheit zu fühlen?

Mit der Erinnerung an die Meisterschilderung überkam mich diese Macht, als ich einst im ersten Morgengrauen nach glücklich überstandenem Sturme vom Verdecke aus Spaniens Küste vor mir liegen sah. Grollend rauschten die schwarzen Wogen um das Schiff, mit weißem Blasenschaume gesäumt, der immer neu entstand und immer wieder verschwand, wie im Gemüthe des Menschenfreundes der Groll über die Macht des Bösen vor der Hoffnung auf die Macht des Guten immer wieder sich auflöst. Ein klarer Sonnenaufgang auf offener ruhiger See gehört zu den erhabensten Scenen der uns umgebenden Natur. Aus dem Helldunkel der sternenverklärten Nacht tritt das Schiff hinaus auf ebener Bahn in den lichten Tag. Das Meer erscheint alsdann in seiner Ruhe am gewaltigsten, denn es bleibt sich unabänderlich gleich bei diesem Alles durchdringenden Wandel aus Nacht in Tag. Nur gen Osten schlagen über seinen Spiegel die Sonnenstrahlen eine glitzernde Brücke bis heran an den dahinstreichenden „geschnitzten Splitter“, beide Enden an die

lebenspendende Sonne und an den über grauenvoller Tiefe schwebenden Fuß des Menschen unablösbar geheftet, mag auch der Wind oder der dienstbare Dampf beide Punkte ununterbrochen verändern — ein schönes Bild von der treuen Fürsorge der Beherrscherin des Lebens und von dem treuen Bewußtsein der Hülfsbedürftigkeit auf Seiten des Lebens. Dieser blitzende Morgenpfad der aufgehenden Sonne erinnert den Seefahrer täglich an die Größe des Weltmeeres, denn sein blendendes Ende erlaubt dem Auge nicht, ihn auszusehen, während sonst vom Verdecke bei klarem Himmel der Meereshorizont auffallend nahe liegt. Denn gewiß gehört es zu den größten Enttäuschungen, daß der erste Blick von flacher Küste über die Fläche des Meeres die Grenzlinie desselben nahe und scharf gezeichnet findet. Vom Boden eines Bootes aus gesehen, beträgt die Entfernung des Meereshorizontes blos 2⅓ engl. Meilen.

Wer auch nur auf kurzer Seereise Gelegenheit hatte, das Treiben und die Gespräche der Matrosen zu beobachten — und der Mangel an anderen Beobachtungsgegenständen ladet dann hinlänglich dazu ein — der findet eine Bestätigung der so gern gelesenen „Seeromane“ und wundert sich bald nicht mehr über den so durchaus eigenthümlichen Charakter und die so ganz besonders ausgeprägte Weltanschauung der Seeleute, denn er sieht um sich überall den Grund davon in der ganzen Umgebung. Und wer will dann noch leugnen, daß der Mensch das Erzeugniß der Außenwelt sei?

Wenn es auch nur ein kleines Stück ist, was man auf offener See von einem Schiffe aus übersehen kann, so macht dennoch die einfache Ebenheit einen so gewaltigen Eindruck, daß man gar leicht zum Widerspiel des Jünglings vor dem verschleierten Bilde zu Sais wird — daß man vergißt, forschende Blicke durch den verhüllenden Schleier zu werfen auf das, was er als ewiges Geheimniß in unergründlichen Tiefen verbirgt. Diese Macht der endlosen Meeresebene auf unser Gemüth liegt ohne Zweifel in dem alle uns durchkreuzenden Gedanken und Empfindungen austilgenden Anblicke; eine weite, wüste tabula rasa liegt es da, auf welche nichts von alledem paßt, was immer unser Inneres bewegen mag. Ruhe und Ernst, vor uns ausgebreitet, spiegelt sich unwiderstehlich auch in uns ab. Schweigsames Staunen bemächtigt sich unsrer immer mehr, bis auch der letzte Saum der verlassenen Küste untergetaucht ist. Dann drängt sich unabweisbar der beherzte oder zaghafte Vergleich, je nachdem es in uns liegt, unserer Schwäche mit der Gewalt auf, welche uns

jetzt ruhig — aber wir kennen die Ruhe als trügerisch, auf ihren Schultern trägt. Und wer dann nicht überhaupt ein Zaghafter ist, der fühlt zuletzt eine Gehobenheit und eine Größe, die ihm vorher unbekannt war.

Dann kommt aber leider bei den Meisten jener Körperzustand, von dem man sagt, daß er den daran Leidenden alle Energie zugleich mit jedem körperlichen Behagen raube. Daß auf mich das offene Meer seinen gewaltigen Eindruck groß und voll gemacht hat, verdanke ich vielleicht dem Umstande, daß ich niemals seekrank wurde.

Wie sehr wir unter dem überwältigenden Eindrucke des mächtigen Meeresspiegels stehen, geht daraus hervor, daß es uns selten einmal einfällt, das Meer hinwegdenkend uns eine Vorstellung von dem Meeresboden zu machen. Jetzt ist das kein müßiger Gedanke mehr, jetzt, wo man an die Ausführung des Riesenplanes geht, Amerika und Europa durch eine Gedankenkette an einander zu binden. Da ist es nöthig gewesen, die Tausende von Seemeilen lange Strecke zwischen den uns schon früher bekannt gewordenen Neufoundlands-Bänken und England fast Elle für Elle nach der Tiefe und Beschaffenheit des Meeresbodens zu untersuchen.

Doch greifen wir nicht vor. Bevor wir den Seefahrern zuschauen, wie sie mit dem Senkblei wie mit langem Fühlfaden des Meeres tiefunterſten Grund betastend suchen, lernen wir in der Weite den Umfang des Reiches kennen, wohin die kindliche Anschauung des klassischen Alterthums den Gott mit dem Dreizack versetzte.

Das Gebietsverhältniß zwischen Meer und Land wird gewöhnlich wie 2 zu 1 angegeben, es ist aber in der Wirklichkeit fast 3 zu 1 oder in Zahlen (nach Berghaus)

6,636,800 deutsche □Meilen Meeresfläche.
2,423,700 „ „ Landfläche.

In diesem Verhältnisse ist Land und Meer keineswegs gleichmäßig über die Erdoberfläche vertheilt, sondern wenn man den Meridian 100° O. L. als Theiler wählt, so erhalten wir zwei Hemisphären, von denen die eine, die nordwestliche, die größte Masse Land, und die andere, südöstliche, die größte Masse Meer enthält. Auf letztere fällt blos ein Theil der Westküste von Nordamerika, die Westküste und Südspitze von Südamerika und Neuholland, Borneo, Java, die Molukken, Philippinen und die übrigen zahllosen kleinen

Inseln Polynesiens, welche uns im vorigen Abschnitte beschäftigten. Alles übrige Land fällt auf die nordwestliche Halbkugel. Man kann also wenigstens annähernd eine Wasserhalbkugel und eine Landhalbkugel unterscheiden, obgleich auch auf letzterer das Meer kaum vom Lande überwogen wird. Auf der Wasserhalbkugel erblicken wir das Land als untergeordnete Inseln und als Küstenland, auf der Landhalbkugel dagegen das Meer als Binnenseen und als Kanäle.

Wenn man beide Halbkugeln in der angegebenen Theilung betrachtet, wozu ein Globus die beste Gelegenheit bietet, so muß es auffallen, daß alles Festland um das nördliche Polarmeer, welches sie nahe erreichen, mit breiten Massen beginnt und in wesentlich mit den Meridianen gleichlaufender Längserstreckung nach dem Südpole hin spitz ausläuft und dabei von dem Südpole viel weiter entfernt bleibt. Außer diesem zuerst von Bakon von Verulam beobachteten und von Humboldt so genannten „pyramidalen Bau der Erdtheile nach Süden“ ist übrigens in der Gestaltung und Vertheilung des Landes keinerlei Regelmäßigkeit zu bemerken. Man hat mancherlei Vermuthungen über die Veranlassung zu dieser eigenthümlichen Gestaltung ausgesprochen. Wenn auch keine davon mehr als eben Vermuthung ist, so hat doch eine der ältesten derselben, welche Reinhold Forster, der Begleiter von Cook, aussprach, einigen Schein und wenigstens den Vorzug der Genialität und Kühnheit für sich. Nach ihr hätte eine große vom Südpole ausgehende Sturmfluth von der südlichen Halbkugel das meiste Festland bis auf die verbliebenen schmalen Spitzen weg und nach dem Nordpole hingerissen. Wir dürfen aber nicht vergessen, daß einen mindestens eben so großen Antheil wie das Wasser auch vulkanische Kräfte an der Gestaltung des Festlandes gehabt haben müssen.

Wenn wir auf einem Globus, welcher die politisch-geographische Eintheilung des Festlandes nicht mit Farben angiebt, Europa aufsuchen, so dürfen wir uns mit Steffens wohl veranlaßt fühlen, nur drei Kontinente anzunehmen und mit Neuholland unser kleines Europa als solchen fallen zu lassen. Ersteres kann als Oberhaupt ein viertes Inselkontinent anführen, letzteres wird von Steffens sammt der arabischen Halbinsel mit Afrika verbunden. Die Berechtigung Europa's, ein eigener Kontinent zu sein, ist mehr eine geistige als eine physische.

Das nachbarschaftliche Verhältniß zwischen Meer und Land gestaltet sich

für letzteres um so günstiger, je vielfältiger zwischen beiden die Grenzberührungen sind. Je mehr ein Kontinent tiefe Einbuchtungen seiner Küsten, weit in das Meer hinaustretende Halbinseln und je zahlreichere benachbarte Inseln er zählt, desto günstiger werden sich in ihm alle Verhältnisse des Klima's und somit des organischen und gesellschaftlichen Lebens gestalten. Vor allen ist Europa in dieser Weise begünstigt, am wenigsten Afrika, und im Einklange damit finden wir das Klima, die Kulturfähigkeit und die Bildungsstufe ihrer Bewohner. Bei 168,800 deutschen □M. Bodenfläche hat Europa 4300 deutsche Längenmeilen Küstenausdehnung, während das 544,700 □M. große Afrika nur 3520 M. Küstenlinie hat. Also ist in Europa das Verhältniß wie 1 zu 37, in Afrkia 1 zu 150. Für Europa mithin ein vierfach günstigeres Verhältniß.

Das Weltmeer ist Gemeinbesitz Aller; das Seerecht, wie das auf dem „Trocknen" geltende Recht im Alterthume, der lex Rhodia, fußend, ist bestimmt, Hader und Streit auf ihm zu schlichten, wobei freilich nur zu oft die Gewaltentscheidung der „Seemächte" eintritt. Hiermit steht es in Zusammenhang, daß man einzelne Meeresabtheilungen zwar mit Ländernamen bezeichnet (Deutsches Meer, Biskayischer Meerbusen) allein ohne daran ein entsprechendes Besitzrecht zu knüpfen. Die Eintheilung des Meeres ist eine rein physikalisch-geographische; zunächst in die drei großen Abtheilungen: der große Ocean, das indische Meer, das atlantische Meer. Alle drei hängen in breiten Flächen am Südpole zusammen, vielleicht mehr durch Eis als durch Festland nur wenig von einander getrennt, während der große Ocean und das atlantische Meer am Nordpole nur durch Meerengen in dem kleinen Polarmeere zusammenfließen.

Ein tieferes Eingehen auf die Eintheilung des Weltmeeres würde einer Repetition unseres Schulunterrichts ähnlich sehen und hat daher hier füglich zu unterbleiben. Wir wenden uns zu der weniger in dem beschränkten Bereiche unserer gelehrten Jugenderinnerungen liegenden Beschaffenheit des Meeresbodens und zu den Mitteln, dessen Tiefe zu messen.

Wie in so vielen Dingen der Schifffahrt, so haben sich die Amerikaner auch hinsichtlich der Tiefenmessung des Meeres in neuerer Zeit das größte Verdienst erworben, woran auch der uns bereits bekannte Marineoffizier Maury nicht unbedeutenden Antheil hat. Wir verdanken ihm in einem besonderen Abschnitte seines wichtigen Buches über die physische Geographie

des Meeres interessante Mittheilungen über „die Tiefen des Meeres.“ Da dieselben das Neueste und Zuverlässigste über diese so sehr streitige Frage enthalten, so halte ich mich in Folgendem ausschließend an Maury.

Er sagt, daß der Seeboden des „blauen Wassers“, wie der Seemann die tiefsten Stellen des Weltmeeres wegen ihrer dunkeln Farbe nennt, uns bisher ebenso unbekannt gewesen sei, als das Innere eines Planeten unseres Systems. Die Tiefe des blauen Wassers glaubte man allerdings durch viele Messungen, welche bis zu 46,000 Fuß ergaben, kennen gelernt zu haben, allein von der Beschaffenheit des so erreichten Meeresbodens gelangte dabei keine Kunde herauf. Man hatte sich in der neuesten Zeit seidener Schnüre oder groben hänfenen Bindfadens bedient, woran eine zweiunddreißigpfündige Kanonenkugel befestigt war. Sobald dieser Faden von der Rolle am Bord des Bootes nicht mehr ablief, nahm man an, daß die Kugel den Meeresgrund erreicht habe, man schnitt den Faden ab und zog das Maaß des übrig gebliebenen Fadens von der ganzen Länge desselben (je 60,000 Fuß auf einer Rolle) ab und fand so die angegebenen bedeutenden Tiefen. Allein abgesehen von mancherlei Schwierigkeiten bei diesem Verfahren, die aber überwunden wurden, fand man es auch unzuverlässig, indem der Faden, auch nachdem die Kugel bereits auf dem Meeresboden lag, immer noch ablief. Diese unzuverlässigen Messungsergebnisse mußten obendrein jedesmal mit einigen tausend Ellen seidener Schnur und 32 Pfund Eisen bezahlt werden, welches beides das Meer als Tribut der Wißbegier zurückbehielt.

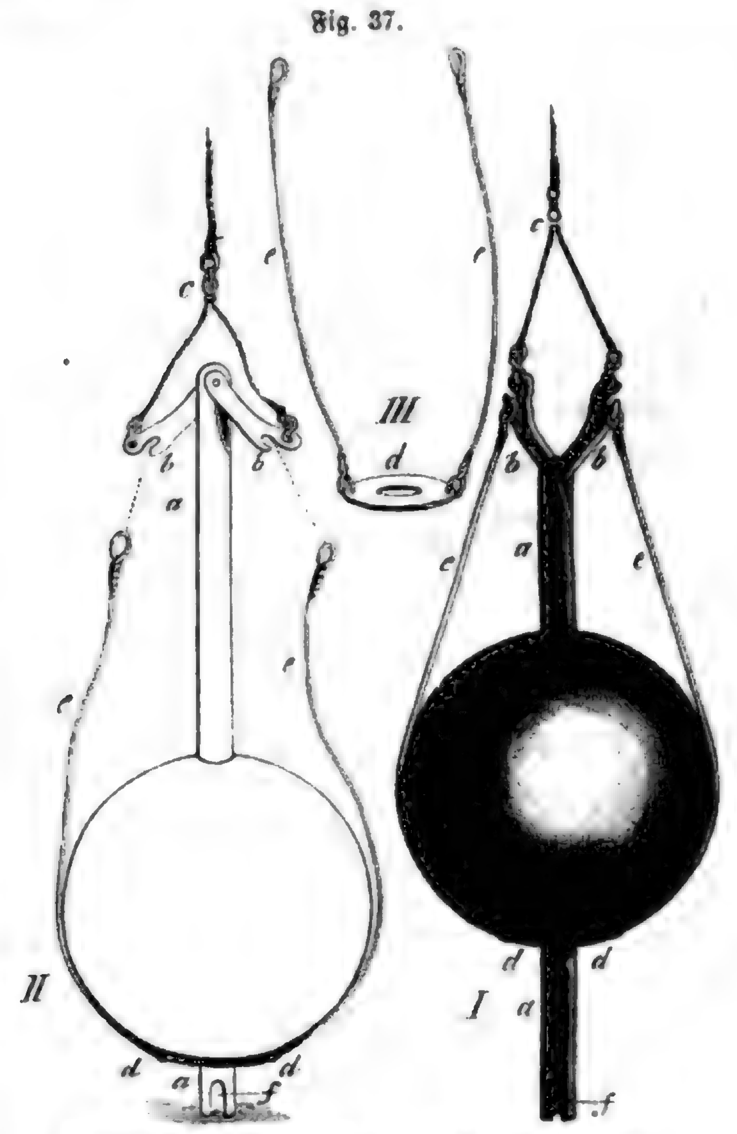
In den uns bekannten Strömungen, welche sich oft tief unter dem Meeresspiegel finden, erkennen wir eine leichte Erklärung des auch nach dem Auffall der Kugel auf dem Seeboden immer noch stattfindenden Ablaufens des Fadens. Diese Strömungen krümmten den gespannten Faden in ihrer Richtung und rissen ihn mit sich fort, so daß er immer noch von der Rolle ablief, während er durch das Gewicht der Kugel auf dem Meeresgrunde vor Anker lag. Diese Erklärung fand volle Bestätigung und es gab zugleich einen Beweis von der Gewalt dieser Strömungen, daß der Faden jedesmal riß, wenn man ihn während des Ablaufens am Bord festhielt.

Von einem Wiederheraufziehen der schweren Kugel war obendrein keine Rede, und so konnte, wenn auch die Messungen zuverlässig gewesen wären, nichts vom Meeresgrunde mit heraufgezogen werden.

Mittelst einer Sekundenuhr bestimmte man bei diesen Messungen zugleich die Zeit, welche je 600 Fuß Faden zum Ablaufen brauchten, um auch dadurch ein Maaß für die Tiefe zu haben. Man fand, daß die fallende Kugel den Faden, je tiefer sie gelangte, desto langsamer abwickelte. Um 2400 bis 3000 Fuß abzuwickeln, bedurfte es einer Zeit von 2 Minuten 21 Sekunden, zu 10,800 bis 11,400 4 M. 29 S. Nach diesen Beobachtungen konnte man wissen, daß zuletzt bei noch größerer Tiefe ein so langsames Fallen der Kugel eintreten würde, daß ein weiteres schnelles Abwickeln nicht mehr von diesem, sondern von den Strömungen des Seewassers herrühren müsse; und daraus ergab sich, daß jene Maaße von 46,000 F. falsch seien.

Diese Schwierigkeiten führten den amerikanischen Seekadett J. M. Brooke auf eine sinnreiche Vorrichtung, welche uns die nachstehenden Figuren veranschaulichen. (Fig. 37.)

Fig. 37.



Brooke's Apparat zum Messen großer Meerestiefen.

Fig. I. stellt den Apparat dar, wie er während des Hinablassens am Ende des Fadens hängt; er besteht aus einer durchbohrten Kanonenkugel, durch welche der eiserne Stab a a hindurch steckt. Dieser geht zugleich durch das Loch einer Scheibe d d (in Fig. III. besonders dargestellt) auf welcher die Kugel ruht und von zwei beiderseits an diese Scheibe angeschleiften Drahtfäden e e getragen wird, welche oben in folgender Weise festhängen. An der Spitze des Stabes befinden sich zwei bewegliche Backen b b, mit je einem Haken, in welchen die Enden der Drähte e e hängen. Oben gehen von den Backen zwei kurze Fäden aus, welche sich bei c am Ende des Meßfadens vereinigen. Unten bei f hat der Eisenstab eine kleine Aushöhlung, welche so wie das ganze Ende des Stabes mit Talg bestrichen ist. Stößt nun der Apparat auf dem Meeresboden auf, läßt mithin die die Backen b b aufwärts haltende Gewalt nach, so müssen diese von dem Gewichte der Kugel, welche nun an dem auf dem Meeresboden aufstoßenden Stabe herabfahren muß, abwärts gezogen werden, wobei sich die Schlingen der Drähte e e aushaken. Dies stellt Fig. II. dar. Es bleibt nun die Kugel sammt der Scheibe d mit den Drähten auf dem Meeresgrunde liegen und der leichte Eisenstab wird frei und kann wieder emporgezogen werden, wobei er etwas von dem Meeresgrunde mit heraufbringt, was bei seinem Aufstoßen an dem Talge kleben blieb. Mit diesem Senklothe hat man schon Proben vom Meeresgrunde aus einer Tiefe von 2 engl. Meilen heraufgebracht.

Viele Hunderte von Kanonenkugeln sind seitdem, namentlich seit der Feststellung der amerikanisch-europäischen Telegraphenlinie, im Dienste der Wissenschaft und der Künste des Friedens aus den Schiffsarsenalen zweier Welttheile verwendet worden.

Die größte Tiefe, welche diese Vorrichtung erreicht hat, beträgt 48,000 Fuß. Maury erwähnt in einer Anmerkung, daß der Kapitain Ringgold an einer tiefen Meeresstelle im stillen Ocean in der südl. Hemisphäre bei 8000 Faden (48,000 Fuß) Grund gefunden habe, ohne bis dahin die näheren Einzelnheiten dieser Messung erfahren zu haben. Diese Tiefe beträgt das Doppelte der kurz vorher mit dem Brooke'schen Senklothe im Atlantischen Ocean südlich von den Neufoundlandsbänken mit 25,000 Fuß gefundenen Meerestiefe.

Man ist gewöhnlich geneigt, sich den Meeresboden, wenn auch nicht ganz eben, doch nur in sanfteren Wellenlinien hügelig oder bergig vorzustellen, indem man zu der Meinung sich unwillkürlich hinneigt, daß die Bewegung der Wassermasse eine Ausgleichung der eingeschwemmten festen Massen und der festen Ueberreste abgestorbener Seethiere herbeiführen müsse. Durch die Koralleninseln wissen wir bereits das Gegentheil, da wir im südlichen Theile des Stillen Oceans fast jede der zahllos dort verstreuten Inseln als die Kuppe eines hohen untermeerischen Berges ansehen mußten. So würden wir auch zwischen Europa und Amerika, jetzt durch eine ebene und bequeme Wasserstraße verbunden, wenn wir uns den atlantischen Ocean wegdenken, ganz dasselbe wie zwischen der Westküste Europa's und der Ostküste Asiens finden, eine bunte Mannichfaltigkeit von Hoch- und Tiefland, welchem Kämme und Berge von der Höhe des Dhawalagiri nicht fehlen. Rechnet man zu der unter dem Meeresspiegel liegenden Höhe dieser Inseln noch ihre Erhebung über demselben hinzu, so findet man, daß auf dem Meeresboden höhere Berge stehen, als auf dem trocknen Lande. Dies würde erst die wirkliche Höhe der Berge der Erde geben. Da wir aber nur in seltenen Fällen im Stande sind, diese ganze Höhe zu messen, so hat sich auch in der physischen Geographie das Verfahren nothwendig gemacht, die Berghöhen von dem Meeresspiegel an zu messen.

Die Sandwich-Inseln, welche in ziemlich regelmäßigen Abständen eine schwach gebogene Reihe bilden, und auf der größten, Hawai, riesige Berge tragen, würden, da sie aus sehr bedeutender Meerestiefe aufragen, ein ungeheures Kettengebirge mit bedeutender Kammhöhe bilden, wenn wir sie frei vom Meeresboden aus sehen könnten.

Es hat den Geographen nahe gelegen, die Frage nach dem Verhältnisse der Meerestiefen zu den Festlands-Höhen aufzuwerfen. Man beantwortet sie gewöhnlich dahin, daß man beide einander ungefähr gleich annimmt. Allein diese Annahme entbehrt durchaus der wissenschaftlichen Begründung. Aus vielen Störungen der ursprünglich horizontal abgelagerten Schichtgesteine und aus den Wirkungen unserer thätigen Vulkane wissen wir, daß die Höhen und Tiefen des Festlandes in der Hauptsache durch vulkanische Kräfte bewerkstelligt worden sind. Dies kann mit den Höhen und Tiefen unter dem Meeresspiegel nicht anders sein. Es liegt nun aber kein wissenschaftlicher Grund zu der An-

nahme vor, daß das Maaß dieser vulkanischen Erhebungen oder, um es allgemeiner auszudrücken, dieser vulkanischen Relief-Veränderungen vom Meeresspiegel abwärts dasselbe sei, wie von demselben aufwärts, daß also der Meeresspiegel genau in der Mitte einer senkrechten Linie liege, welche wir uns von der tiefsten Stelle des Meeresbodens bis zum höchsten Gipfel des Festlandes gezogen denken. Es *kann* dies Verhältniß wohl stattfinden, dann ist es aber rein zufällig und von keinem denkbaren Gesetze bedingt. Schon die kurz vorher mit dem Senklothe erreichte Meerestiefe von 48,000 Fuß widerspricht dem unmittelbar, da durch sie die Höhe des Dhawalagiri doppelt überstiegen wird.

Bei dieser wissenschaftlich also nicht zu begründenden Gleichheitsannahme der Meerestiefen und Landeshöhen darf man natürlich nicht weiter schließen, daß auch die Raumerfüllung gleich sein werde, daß also das trockne Land ungefähr hinreichend sei, das Meer auszufüllen. Wir dürfen ja nicht vergessen, daß das Meer beinahe drei Viertel des gesammten Flächenraumes der Erde bedeckt.

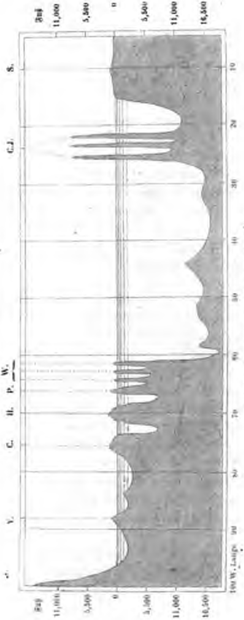
Man hat es versucht, den Raumgehalt des Meeres und den des Festlandes, oder von ersterem vielmehr eine Durchschnittstiefe zu berechnen und hat dabei gefunden, daß das gesammte oberhalb des Meeresspiegels liegende Land von der durchschnittlichen Meerestiefe von 15,000 Fuß nur etwa ein Drittel ausfüllen würde, so daß dann das Meer immer noch durchschnittlich 10,000 Fuß Tiefe behalten würde.

Von dem Relief des Meeresgrundes soll uns Fig. 38. eine Probe zeigen. Sie stellt einen senkrechten Durchschnitt durch das Atlantische Meer dar, welcher in eine von der Westküste Afrika's durch die zwischenliegenden Inseln über die Halbinsel von Yucatan bis zu den mexikanischen Anden geführte Linie fällt. Die Maaßstäbe rechts und links geben die Tiefen des Meeres und die Höhen des Festlandes an und wir sehen, daß unter dem 60° W. L. eine Tiefe liegt, welche das Maaß der Andenhöhe weit übersteigt. Es braucht kaum bemerkt zu werden, daß die dargestellte Länge dieser Linie zu den Tiefen- und Höhenmaaßen in keinem richtigen Verhältnisse steht. Dazu hätte die Zeichnung vielmal länger seinm üssen. Daher erscheinen die durchschnittenen Inseln viel zu schmal. Jedoch würden die Capverdischen Inseln, wenn wir sie vom Meeresgrunde sehen könnten, sich als schroffe und isolirte Berge darstellen.

Die große beinahe gleichmäßige Tiefe, welche Fig. 38. zwischen dem 28 und 60° W. L. zeigt, ist der ostwestliche Querdurchschnitt der tiefen Furche, als welche das Atlantische Meer in polarer Richtung die alten von dem neuen Kontinente trennt. Maury vergleicht das Atlantische Meer nicht unbezeichnend mit einem Troge und nach der von ihm davon entworfenen Tiefenkarte liegt die tiefste Stelle, wie bereits bemerkt wurde, südlich dicht unter den Neufoundlandsbänken. Oestlich von Neufoundland bis nach Irland erstreckt sich jene höchst erwünschte Gleichmäßigkeit des Meeresbodens, welche man das Telegraphenplateau genannt hat, da auf ihm hoffentlich bald das Tausend Meilen lange Tau liegen soll, welches im wohlverwahrten Innern die gedankenleitenden Kupferdrähte birgt. Maury meint, daß in dieser ganzen Breite das Meer wahrscheinlich nirgends viel tiefer als 10,000 Fuß sein werde.

Die erwähnte Maury'sche Karte zeigt übrigens an mehren Punkten eine auffallende Uebereinstimmung mit einer anderen, auf welcher der scharfsinnige und unermüdliche Forscher die Strömungen im Atlantischen Meere dargestellt hat. Unter der großen Aequatorial-Strömung, welche von Senegambien an der afrikanischen Westküste in einem südlichen Bogen quer über den Ocean in das Caraibische Meer strömt, liegt in seiner westlichen Erstreckung die größte Meerestiefe, und aller Schlamm, den der mächtige Amazonenstrom in das Meer schafft, ist von diesem Strome längs der Ostküste Centralamerika's zu einem schmalen lang gezogenen Schwemmkegel angetrieben worden, über welchem also eine geringere Meerestiefe liegt. Unter dem Sargasso-Meere finden wir im Einklange mit dessen auf S. 112 gegebenen Darstellung als Mittelpunkt einer Kreisströmung eine unbedeutende Meerestiefe, weil die Ruhe seines Wassers und die ungeheuren Massen seiner absterbenden Tange eine Menge zu Boden sinkender Stoffe befördern. Der ganze Golf von Meriko, der Winkel, in welchem das Ende des Aequatorialstromes sich herumdreht, hat nur eine unbedeutende Meerestiefe, weil hier von diesem der Schlamm abgesetzt wird, von welchem der Golfstrom, mit dem des Missisippi bereichert, einen Theil nordöstlich treibt, wo eben das oben genannte Telegraphenplateau liegt. Zu diesem mögen freilich die niederfallenden Blöcke der hier im warmen Golfstrome abschmelzenden schwimmenden Eisberge und überhaupt die uns von Seite 173 bekannte, vom Nordpol kommende, untere Meeresströmung das Meiste beitragen.

Fig. 38.



Senkrechter Durchschnitt des Nord-Atlantischen Oceans.

Y. Yucatan; C. Cuba; H. Hayti; P. Portorico; W. Windwardinseln; C.J. Capverdische Inseln; S. Senegambien.

Zwischen der tiefen „Seeschmarre“ (sea-gash), wie Maury an einem anderen Orte den Atlantischen Ocean nennt, und dem großen Ocean mit seiner ebenfalls beträchtlichen Tiefe, bildet demnach Amerika eine mächtige Rippe unseres Planeten, und vom Cap Hoorn aus der Vogelperspektive gesehen würde mit Hinwegdenkung des Meeres dieser Contrast der höchsten Höhen und der tiefsten Tiefen ein über alle Vorstellung großartiges Schauspiel gewähren.

So wird es uns klar, daß wir uns von dem Gedanken losreißen müssen, daß die Meeresufer den wahren Fußrand der Kontinente bezeichnen. Jetzt erscheinen uns die britischen Inseln als gar nicht zum europäischen Kontinente gehörige Stücke. Ohne das Meer würden wir finden, daß sie innig und nur unter seichten Meerestiefen mit dem Stamme Europa's zusammenhängen, welcher an seiner westlichen Grenz-Linie beinahe senkrecht und urplötzlich zu ungeheurer Tiefe abfällt. Nur längs der norwegischen Küste ist eine tief einschneidende Furche in diesem Bergstocke, welches Europa ist und von welchem nur die Hochplateaus und die darauf stehenden Bergkuppen über den Meeresspiegel emporstehen.

Außer der unmittelbaren Anwendung von Maaßen hat man die Meerestiefe auch durch die Geschwindigkeit der Fluthwellen zu berechnen gesucht. Wir werden bei Betrachtung von Ebbe und Fluth finden, daß dieser sich ewig gleiche Wechsel in regelmäßigen Wellen, den sogenannten Fluthwellen, sich über die Oberfläche der Meere ausdehnt. Die Bewegung dieser Fluthwellen ist desto geschwinder, je tiefer an der entsprechenden Stelle das Meer ist. Auf dem blauen Wasser weiter Meeresflächen legt die Fluthwelle in 1 Stunde die Strecke von sieben Meilen zurück. Nach diesen Bewegungsgeschwindigkeiten hat man die mittle Tiefe des Atlantischen Oceans auf 14,400 und die des stillen Meeres auf 19,200 Fuß berechnet.

Wir haben schon gehört, daß die Tiefmessungen mit dem Brooke'schen Senklothe die zahllosen vor ihm gemachten Messungen als größtentheils unzuverlässig der Vergessenheit überliefert hatten und es konnte dabei wohl aus den Reihen derer, welche das Selbstgenügen der Wissenschaft neben deren praktischem Nutzen nicht gelten lassen wollen, die Frage laut werden, was überhaupt diese Tiefmessungen für einen Nutzen gewähren? Mit Recht schaltet hier Maury in dem folgenden, dem Becken des Atlantischen Oceans gewid-

meten Abschnitte die bekannte Gegenfrage ein, welche einst Franklin einem solchen unverständigen Frager zurückgab: „was nützt ein neugeborenes Kind?“ Die Berechtigung der so oft gehörten Frage, „wozu dient das?“ welche man oft in geringschätzendem Tone der Wissenschaft ins Angesicht schleudert, keineswegs ganz und gar in Abrede stellend, so kann ich doch an dieser Stelle nicht umhin, ihr gegenüber das volle Recht der Naturwissenschaft in ihrem Selbstgenügen mit scharfer Betonung aufrecht zu erhalten. Jene Frage beruht meist auf dem gemeinsten Materialismus. „Jede physische Thatsache,“ sagt Maury, „jeder Ausdruck des Naturlebens, jeder Zug in der Erdformation, die Arbeit einer jeden von den Kräften, die die Welt so gestalten, wie sie erscheint, ist interessant und lehrreich,“ ist — füge ich hinzu — mehr als dies, ist nothwendig als, wenn auch nur kleiner, Bestandtheil der „Vaterlandskunde“, als welche die Naturwissenschaft erst ihre ganze humane Bedeutung gewinnt. Leider muß ich annehmen, daß es Manchem noch wie Ueberhebung der Naturwissenschaft, mindestens wie ein verzeihliches übertriebenes Eingenommensein eines Naturforschers für seine Wissenschaft vorkommen wird, wenn ich sage, daß Friede und allgemeines Behagen in die menschliche Gesellschaft nicht eher einkehren wird, als bis Wissen in den natürlichen Dingen allgemein verbreitet und die Naturgesetze die Grundlage des menschlichen Beisammenlebens sein werden.

Vorliegendes Buch liegt in dem weiten Bereiche jener Frage und in dem meiner eben ausgesprochenen Ueberzeugung. Wer zu jener Frage geneigt ist, für den enthält es des „unnützen Zeugs“ sehr viel; wer meiner Ueberzeugung lebt, für den ist es ein Versuch, einen charakteristischen Zug im göttlichen Antlitze der Natur nicht nur in ein helles Licht zu setzen, sondern auch mit den nebenliegenden Zügen in Harmonie zu bringen.

Doch in Beziehung auf die Brooke'sche Verbesserung der Tiefmessung des Meeres ließ die Antwort auf jene Frage nicht lange auf sich warten, denn kaum waren einige Resultate derselben bekannt geworden, als bei unternehmenden Geldmännern der Gedanke an den unterseeischen Telegraphen zwischen Amerika und Europa auftauchte, der in diesem Augenblicke seiner Verwirklichung schon ganz nahe ist.

Von dem Telegraphenplateau, auf welchem das 1600 Meilen lange Tau großentheils ruhen wird, brachte das Brooke'sche Senkloth die ersten Proben des tiefen Meeresgrundes herauf. Es war eine feine thonartige

Masse, von welcher ein Theil an Ehrenberg in Berlin, ein anderer an den Professor Bailey in West-Point zur wissenschaftlichen Untersuchung übergeben wurde. Maury klagt mit Recht, daß ersterer keine Antwort gab. Letzterer sagt, daß er in dem feinen Schlamme aus 2 engl. Meilen Tiefe „keine Spur von Sand oder Kies" gefunden habe, sondern daß er aus mikroskopischen Schalen kleiner Thierchen und Pflänzchen bestehe, größtentheils Rhizopoden, zu einem kleineren Theile Diatomeen, deren ich schon bei Gelegenheit der Bergmehlbildung (S. 230) gedachte.

Es ist in hohem Grade überraschend, daß der feine, den tiefsten Meeresboden bedeckende Schlamm nur aus den geformten kalk- und kieselerdigen Ueberresten kleiner organischer Wesen und nicht einmal zum kleinsten Theile aus formloser unorganisirter Masse besteht. Dies läßt auf eine vollkommene Ruhe jener weit vom Küstenlande entfernten ungeheuren Tiefen schließen, so daß ein Abreiben, Zerbröckeln und Mengen feiner Steintheilchen mit jenen ruhig niedergesunkenen Thier- und Pflanzenresten nicht stattfinden konnte. Dadurch wird eine beinahe vollkommene Gewähr geleistet, daß dort unten das Telegraphentau sicher und unbewegt ruhen und nichts das geheimnißvolle Gleiten des Gedankens durch unnahbare Meerestiefen stören werde.

Diese kleinsten Wesen können in so ungeheurer Tiefe, unter dem Drucke einer 12,000 Fuß hohen Wassersäule, was gleich 400 Atmosphären ist, unmöglich gelebt haben. Vielmehr lebten sie ohne Zweifel in geringerer Tiefe und ihre festen Gehäuse wurden in der Meerestiefe bestattet, ähnlich wie verwandte Arten im Süßwasser mächtige Ablagerungen bilden.

Unter dem „blauen Wasser" mögen die vorhandenen Vertiefungen und Erhöhungen des Meeresbodens außer dem Zuwachse dieser geringen Ablagerungen mikroskopischer Leichname und durch vulkanische Störungen nur unbedeutende Veränderungen erleiden, denn es fehlen nahezu alle jene Bedingungen, welche wir im vorigen Abschnitte die Abtragung der Unebenheiten der Erdoberfläche vermitteln sahen.

Neben der Betrachtung der Beschaffenheit des Meeresbodens, wie sie durch die Kräfte der Natur bedingt wird, gesellt sich hier noch recht eigentlich eine fremde Beimengung hinzu, ich meine die Trümmer menschlicher Kunstfertigkeit und menschlicher Leichname, welche Schiffbrüche und Seekriege auf den Meeresgrund befördern. Es genüge hier, daran kurz erinnert zu haben,

denn es liegt außerhalb des Zieles dieser Arbeit und bildet auf der weiten endlosen Wüste des Meeresbodens nur vereinzelte umhergestreute Atome, wenn auch die menschliche Thorheit und Mordlust im Bunde mit den entfesselten Orkanen sich darin um Milliarden beraubt hat.

Wir wenden uns zu der Beschaffenheit der Meeresküsten oder Gestadelinien, die wir als ungünstige oder günstige bereits kennen gelernt haben. Wir erfuhren, daß eine vom Meere ganz oder theilweise umgebene Landmasse um so günstigere Gestadelinien hat, je größer sich deren Gesammtlänge zu dem Flächeninhalte des Landes verhält, und fanden in Europa ein Beispiel für ein günstiges, in Afrika für ein ungünstiges Verhältniß. Europa hat eben dieser reich entwickelten Gestadelinien wegen den Vergleich mit einer menschlichen Gestalt erfahren. Seine Fläche würde einen viel kleineren Raum bedecken, wenn wir sie uns ohne Wasserunterbrechung in die Form eines Kreises zusammengerückt denken. Afrika ist ohne alle erheblichen Einbuchtungen mit Ausnahme des einspringenden westlichen Winkels. Außer den verhältnißmäßig zu ihm winzigen Inseln an seiner Nordwestspitze ist es ohne alle Inseln in seiner Nähe. Die große Insel Madagaskar, welche an Flächenraum Spanien mindestens gleichkommt, ist durch die der Schifffahrt gefährliche Mozambik-Straße gewissermaßen weit von ihm getrennt und gehört ihrer Bevölkerung nach nicht zu Afrika, sondern zu der Sundagruppe und durch arabische Colonisation selbst zu dem nördlich weit entlegenen Arabien.

Die Seite der Gunst oder Ungunst, welche sich im Einflusse auf den Verkehr ausspricht, werden wir im achten Abschnitte näher kennen lernen; die klimatische haben wir in demjenigen Abschnitte betrachtet, welcher von dem Wasser als Regulator des Klima's handelte.

Hinsichtlich ihres räumlichen Verhältnisses zum Meere unterscheidet man Flachküsten und Steilküsten, denen man als dritte Art die Klippenküsten hinzufügen kann. In den Namen liegt schon hinlängliche Erklärung. Steilküsten, an denen ein meist felsiges Ufer steil unter den Meeresspiegel hinabfällt, kommen meist an sich weit ausladenden Vorgebirgen, seltener an lang und gar nicht oder nur wenig gebogenen Gestadelinien vor, welche im Gegentheile meist Flachküsten sind. Setzt man sich in Gedanken die Neigung der Küstenoberfläche unter dem Meeresspiegel fort, so findet man leicht die natürliche Begründung des Wesens der Steil- und der Flachküsten. Die

Klippenküsten sind durch theils über den Meeresspiegel emportretende, theils unter demselben verborgene Klippen bedingt, welche sich vor das Ufer legen und das Anlanden an dasselbe oft sehr schwierig und gefährlich machen. Oft liegen auch vor Meerengen Schlamm= oder Mergelbänke, wodurch z. B. das Einlaufen und die Schifffahrt im Georgskanal zwischen Irland und England und im englischen Kanal oder dem Kanal schlechthin zwischen England und der Bretagne sehr erschwert wird.

Man ist leicht geneigt, die Flachküsten für die häufigeren zu halten; sie sind jedoch nicht häufiger, vielleicht sogar weniger entwickelt als die Steilküsten. So sind z. B. an der ganzen Westseite Amerika's die Flach= und die Klippenküsten nur Ausnahmen. Auf Landkarten, auf welchen die größere oder geringere Höhe und die Richtung der Gebirge genau angegeben ist, kann man meist zugleich die Steilküsten richtig herausfinden. Denn wenn, wie in Westamerika, dicht an der Küste hohe Bergketten vorlaufen, so kann man leicht vermuthen, daß dieselben sich auch noch unter dem Meeresspiegel tief hinabsenken werden. Klippenküsten finden sich in größter Ausdehnung fast längs des ganzen Umfanges von Scandinavien, Nordschottland, Island und von Sibirien bis Kamtschatka.

Während an den Steilküsten das Ufer meist bis hart an den Meeressaum von der Pflanzenwelt und von dem ihr folgenden Menschen bevölkert ist, sind die Flachküsten fast immer von einem oft sehr breiten Sand= und Geröllgürtel eingefaßt, dem Gebiete der steigenden Ebbe und Fluth und der Dünenaufschichtung. Daß diese Uferränder der Flachküsten im höchsten Grade unfruchtbar und daher fast immer unbewohnt sind, ist ganz natürlich. An Flachküsten kommen die schlechtesten Häfen vor, weil sie die Annäherung der großen Fahrzeuge meist sehr beeinträchtigen. Steil= und zum Theil auch die Klippenküsten haben natürlich die besten Häfen, zumal da an ihnen die Gestadelinie oft viele Einbuchtungen zeigt, wodurch förmliche Hafenbuchten von größter Sicherheit gebildet werden, welche zuweilen landeinwärts sich sehr erweitern und mit dem Meere nur durch einen engen Eingang verbunden sind.

Verschiedene Kräfte vereinigen sich, um die Küstenlinien mehr oder weniger erheblich zu verändern: die anstürmende Brandung, die Verwitterung und der Vulkanismus. Diese Veränderungen der Küsten sprechen sich theils in Erhebung über oder in Vertiefung unter den Meeres=

spiegel aus, theils in der Veränderung des horizontalen Verlaufes der Küstenlinie.

Daß die Bewegungen des Meeresspiegels, seien diese die regelmäßigen Fluthwellen oder die Wirkungen des Sturmes, die Küsten theils allmälig, theils plötzlich bedeutend umgestalten können, haben wir früher (S. 135 f.) gesehen und es kann jetzt darauf verwiesen werden. Diese Wirkungen sind dann von einer furchtbaren Größe, wenn das Meer nicht von den eben bezeichneten Ursachen, sondern von den Stößen und Schwankungen eines Erdbebens bewegt und oft weit über seine Ufer hinausgeschleudert wird. Neben den Tornados oder Tyfoons, jenen furchtbaren Stürmen, die sich im Gebiete der Monsuns regelmäßig einstellen, ist wohl ein Erdbeben an einer flachen Meeresküste unter allen ähnlichen Naturereignissen das schrecklichste. Wie leicht die Bewegung des tragenden und umfassenden Bodens sich auf das darüber befindliche Wasser mittheilt, haben wir alle im Kleinen schon oft gesehen, wenn eine flache, nur zum Theil mit Wasser gefüllte hölzerne Wanne getragen oder unbehutsam niedergesetzt wurde. Es erfordert bekanntlich alle Behutsamkeit, um dann ein Ueberschweppen des Wassers zu verhüten. Wehe dem Ufer, wenn Boden und Ränder der großen Schale schwanken, in welcher die blaue Fluth des Meeres eingeschlossen ist. An die Namen Lissabon, Jamaica, Lima, Callao, Chile und andere knüpfen sich entsetzliche Erinnerungen. Der 1. Nov. 1755 ist ein unvergeßlicher Tag: an ihm wurde Lissabon zerstört und jenseits des atlantischen Oceans, ja die Bewohner von 700,000 geogr. □Meilen — des dreizehnten Theils der Erdoberfläche — fühlten die furchtbaren Pulsschläge mit, welche an jenem Tage das Innere der Erde fieberhaft durchzuckten. Etwa eine Stunde nach den ersten heftigen Stößen des Erdbebens bäumte sich das Meer an der Mündung des Tajo plötzlich zu einer 40 Fuß hohen Woge empor, obgleich die Ebbe bereits eingetreten war und der Wind vom Lande her wehte. Eben so schnell, als sie sich über die unglückliche Stadt ergossen hatte, stürzte sie wieder zurück und kehrte noch drei bis viermal mit verminderter Höhe und Heftigkeit zurück.

Nachdem am 28. Oktober 1746 Lima durch ein Erdbeben zerstört worden war, erhob sich am Abende desselben Tages in der nahen Hafenstadt Callao das Meer 80 Fuß über sein Niveau und schwemmte im Nu die ganze Stadt bis auf geringe Spuren hinweg, wobei fast sämmtliche Einwohner umkamen.

Von den 23 im Hafen liegenden Schiffen versanken 19 auf der Stelle, während die 4 übrigen fast eine Stunde landeinwärts jenseits der Stadt auf das Land gesetzt wurden.

In diesen und ähnlichen Fällen bilden die zerstörten Menschenwerke den Maaßstab für die Größe der Uferumgestaltung, man kann aber schon davon auf die Wirkungen schließen an solchen Wasserstrecken, wo dieser Maaßstab fehlt.

Nach mehrmals bei solchen Verwüstungen gemachten Wahrnehmungen scheint der Kampf des Meeres gegen seine Ufer meist mit einem Rückzuge des Wassers zu beginnen, als wolle es erst einen Anlauf zu dem furchtbaren Sprunge auf das Land nehmen. Dies war z. B. am 20. Febr. 1835 an der chilenischen Küste der Fall, wo ein Erdbeben Valdivia und Concepcion zerstörte. Nach dem Erdstoße zog sich das Wasser zuerst so stark zurück, daß alle Untiefen sichtbar wurden und Schiffe, die selbst bei 7 Faden (42 Fuß) Wasser vor Anker gelegen hatten, auf den Grund geriethen.

Es sind verschiedene Erklärungen dieser Erscheinung gemacht worden, von denen die von Darwin aufgestellte am meisten Wahrscheinlichkeit hat, wonach bei von dem Meeresgrunde unfern der Küste ausgehenden Erderschütterungen ein großartiges System von Wellenthälern und Wellenbergen an dem Meeresspiegel stattfinde, wobei vor dem Anlanden des ersten Wellenbergs immer erst ein Wellenthal das Ufer erreicht[1], da die Aufthürmung des dem Ufer bereits ganz nahen Wellenberges immer ein Sinken des das Ufer berührenden Wassers veranlaßt. Eine wahrscheinlich ganz ähnlich bedingte Erscheinung kann man vom Schnabel eines größeren Flußdampfschiffes sehen, wenn es ungefähr 12 bis 20 Fuß vom Ufer hinfährt. Der Bug des Schiffes treibt durch seinen Druck das Wasser vor sich zu einem Hügel empor, während ganz gleichen Schrittes daneben das Wasser am Ufer um 1 Fuß und darüber sinkt, um, nachdem die Bootslänge vorüber ist, mindestens eben so viel über seinen gewöhnlichen Stand zu steigen. Diese Erscheinung erklärt sich leicht dadurch, daß das Uferwasser in den Raum einstürzt, aus welchem das vor dem Buge emporgestaute Wasser herausgetrieben worden ist.

Die vereinte Gewalt der Erderschütterung und des durch Fortleitung miterschütterten Meeres bringt immer bedeutendere Wirkungen an den Uferlinien hervor, als auf dem Binnenlande ein Erdbeben allein, welches außer den Zer-

Digitized by Google

störungen der menschlichen Bauwerke und Zerreißungen des Erdbodens selten bleibende Spuren von großer Erheblichkeit hinterläßt.

Neben den zerstörenden, wegreißenden oder nagenden Thätigkeitsformen, welche das Meer an seinen Ufern zeigt, und für welche letzte ich als an ein Beispiel an Tennyson's Monument (S. 137) erinnere, finden sich noch andere Veränderungen an den Meeresküsten, welche sich als Niveau-Veränderungen zeigen und meist auf eine langsam und allmälig wirkende Ursache hindeuten. An vielen Küstenstrecken findet man oft in weiter Ausdehnung deutliche Spuren, daß der Meeresspiegel früher in einer anderen Linie an die Küste anstieß, entweder höher oder niedriger. Die Spuren, wodurch sich diese Niveauveränderungen verrathen, sind entweder Bauwerke, welche man jetzt an der Küste unter dem Meeresspiegel sieht, wohin sie doch nicht gebaut wurden; oder es sind für den gegentheiligen Fall alte Strandlinien, welche jetzt oft in mehrmaliger Wiederholung übereinander hoch über dem Meeresspiegel liegen. Die Strandlinien, die Berührungslinien des Meeres auf der Küste, geben sich leicht zu erkennen durch Ablagerungen von Kies und Muschelschalen, an Küstenfelsen durch Löcher von Bohrmuscheln, die einst unter dem Meeresspiegel in den Felsen von den Thieren gebohrt wurden u. dergl. m. Man hat selbst z. B. in Scandinavien alte eiserne Ringe, die zum Anbinden der Fahrzeuge an den Uferfelsen angebracht waren, jetzt viel höher gefunden, als sie, wenn sie diesem Zwecke dienen sollten, ursprünglich angebracht worden sein durften.

Wer sollte hier nicht versucht sein, zunächst an ein Fallen oder Steigen des Meeresniveaus zu denken? Allein dieser Gedanke ist durchaus unzulässig, da unwiderlegliche Gründe für eine Unveränderlichkeit des Meeresniveaus sprechen. Der Erklärungsgrund ist hier vielmehr das scheinbar viel ferner Liegende: die Hebung oder Senkung des Landes, die wir ja als wirklich bestehend und durch vulkanische Kräfte veranlaßt bei den Korallenriffen schon kennen gelernt haben. Wenn jene Strandlinienveränderungen durch ein Sinken oder Steigen des Meeresspiegels bedingt wären, so müßten sie an zusammenhängenden wenn auch noch so ausgedehnten Küstenstrecken gleich sein, da das an diese anstoßende Meer nicht gleichzeitig an einer Stelle niedriger stehen kann als an der andern. Man findet aber z. B. an den Rändern der Nord- und Ostsee und der damit zusammenhängenden Meeresabtheilungen sehr ungleiche Verhältnisse in dieser Hinsicht. Der nördliche Theil der Ostküste

Schwedens ist in einer säkularen Hebung begriffen, während von der Nordgrenze Schonens an alle Spuren einer Hebung verschwinden und von da an südlich deutliche Beweise einer bis auf den heutigen Tag stattfindenden Senkung vorliegen.

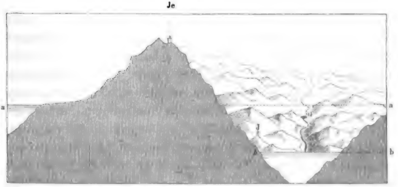
Doch mehr noch als diese in einem Jahrhunderte nur etwa einige Fuß betragende Niveau-Veränderungen gehören jene in das Bereich dieses Buches, welche als bleibende Denkmale nach Erdbeben zurückgelassen werden. In dieser Hinsicht ist die chilenische Küste besonders denkwürdig, wo nach verschiedenen Erdbeben sich das Küstengebiet auf weite Entfernungen bedeutend über den Meeresspiegel erhoben hat. Dies ist dort z. B. nach den Erdbeben vom 19. Nov. 1822 und vom 20. Febr. 1835 der Fall gewesen. Bei dem letzteren war das chilenische Festland um 4 bis 5 Fuß gehoben worden, sank aber innerhalb acht Wochen bis auf 2 oder 3 Fuß über seinem früheren Niveau wieder zurück. Ueberhaupt ist die Westküste von Südamerika das wichtigste Gebiet für die Nachweisung solcher Niveau-Veränderungen an Meeresküsten und die Nähe der vulkanreichen Andenkette läßt dieselben gerade hier sehr erklärlich erscheinen.

Wenn vorhin gesagt wurde, daß das Niveau des Meeres unveränderlich sei, so schließt das eine Ungleichheit des Niveau's verschiedener Meere nicht aus. So liegt z. B. der Spiegel des rothen Meeres gegen 30 Fuß höher als der des Mittelmeeres; auch der Spiegel des schwarzen Meeres und des atlantischen Oceans liegt höher als der des Mittelmeeres, weshalb in letzteres aus jenen durch die Dardanellen und die Straße von Gibraltar Einströmungen stattfinden, von denen die atlantische sich bis Aegypten fühlbar macht. Im mittelländischen Meere selbst ist das Niveau nicht in allen Theilen dasselbe, denn das des adriatischen Meeres liegt bei Triest etwa 24 Fuß höher als das des Meerbusens von Lyon bei Marseille. Es ist für die Kanalführung durch die Landenge von Centralamerika wichtig zu wissen, daß auf der Westküste die Südsee bei Panama nur 3½ engl. Fuß höher liegt, als jenseit bei Chagres das Antillen-Meer.

Wir haben schon gehört, daß sich sogar dicht am Meeresufer kleine Landflächen finden, welche tiefer als der Meeresspiegel liegen, die man durch Dämme gegen das Hereinbrechen des Meeres zu schützen sucht. Es kommen aber sogar große Binnenseen vor, welche bedeutend unter dem Meeresspiegel

liegen. Der Caspi-See z. B. liegt nach neueren Untersuchungen etwa 34 Fuß tiefer als das Niveau des schwarzen Meeres. Am interessantesten ist in dieser Hinsicht die tiefe Lage des todten Meeres, dessen Spiegel überhaupt die größte bekannte Tieflage der Erde ist, und des unteren Laufes des Jordan. Das todte Meer, auch das Salzmeer genannt, weil es unter allen das salzreichste Wasser hat, liegt mit seinem Spiegel 1231 Fuß tiefer als das Mittelmeer und sogar die Spitzen seiner Uferberge liegen noch unter dem Niveau des Mittelmeeres und würden unter dem Wasser verschwinden, wenn der nur wenige Meilen breite Damm geöffnet würde, welcher das Thal des Jordan, an dessen Ende das todte Meer liegt, von dem Mittelmeere trennt. Fig. 39. soll uns dieses eigenthümliche Niveau-Verhältniß veranschaulichen, welche

Fig. 39.



Senkrechter Durchschnitt des todten Meeres.
aa Spiegel des Mittelmeeres; — bb Spiegel des todten Meeres.
Je Jerusalem; J Jericho; G See Genezareth.

einen senkrechten Durchschnitt von West nach Ost von jenem Theile Palästina's darstellt. Die Linie a a ist das Niveau des mittelländischen Meeres, östlich von dem Scheidegebirge, auf welchem Jerusalem (Je) liegt, punktirt fortgeführt; b b ist der Wasserspiegel des todten Meeres, über welchem das Bergland topographisch dargestellt ist, aus welchem herab der Jordan sich in das todte Meer ergießt. Westlich von dessen Einmündung liegt Jericho (J.). Der Abstand zwischen den beiden Linien a a und b b östlich von dem Scheidegebirge

bezeichnet also eine Höhe von 1231 Fuß und deutet an, welch ein bedeutender Theil des Jordanthales mit den umliegenden Bergen, Jericho (J) mit, vom Mittelmeere überfluthet werden würde, wenn das Scheidegebirge einmal durchrissen werden sollte. Dieses ungewöhnliche Verhältniß wird um so auffallender, weil das todte Meer keinen Abfluß hat und dennoch der nicht ganz unbedeutende Jordan, nachdem er den Tiberiassee oder den See Genezareth (G) durchströmt hat, der bereits 308 Fuß unter dem mittelländischen Meere liegt, sich hinein ergießt. Es ist ein unbegreiflicher Irrthum, wenn man diese Erscheinung mit einem verborgenen Abflusse des todten Meeres in das rothe oder in das Mittelmeer erklären wollte, da im Gegentheile, wenn zwischen einem von diesen und dem todten Meere eine Verbindung bestände, das Niveau des letzteren dem der andern gleich sein müßte. Wir finden hier im Gegentheile ein Seitenstück zu dem, was wir S. 98 vom Caspisee erfahren haben, daß die Verdunstung der Oberfläche des todten Meeres gerade so viel beträgt, als ihm der Jordan und der Regen an Wasser zuführt.

Bei weitem die meisten Landseen liegen mit ihrem Niveau über dem des Meeres und zwar die größten weniger als die kleineren. Letzteres erklärt sich leicht dadurch, daß natürlich in bedeutender Höhe, wo sich die Bergkämme und Bergspitzen immer mehr isoliren, zu großen Wasserbecken keine zusammenhängenden Flächen mehr da sein können. Die Seen der ebenen Schweiz liegen im Allgemeinen ungefähr zwischen 1000 und 1300 Fuß Höhe über dem mittelländischen Meere. Wir werden in dem Abschnitte „das Wasser als landschaftliches Element“ kleine Binnenseen kennen lernen, welche bis 8000 Fuß über dem Meeresspiegel liegen.

Wir wenden uns nun zu einer Seite des Meeres, welche eben so sehr der tiefste wissenschaftliche Ernst, wie die Neugierde und der Scherz zu einem Gegenstande der Frage gemacht hat: zu dem Ursprunge des Salzgehaltes des Meerwassers.

Diese Frage steht in der innigsten Beziehung zu der weiteren nach der Herkunft des Salzes überhaupt. Diese Frage, welche in dem Gebiete der Erdgeschichte (Geologie) liegt, ist bis auf sehr vereinzelten schüchternen Einspruch bisher allgemein im neptunistischen Sinne beantwortet worden:

man ließ das Steinsalz entstehen als Rückstand verdampften Salzwassers, ähnlich wie man das Seesalz an den Südküsten Europas in den sogenannten Salzgärten durch verdampfendes Meerwasser gewinnt. Gegen diese herrschende Ansicht darf sich eine andere kaum an das Licht hervorwagen, welche das Steinsalz auf plutonischem Wege, durch Feuer, seine jetzige Gestalt angenommen haben läßt.

Das Kochsalz, der untrennbare Begleiter des Meerwassers auch im kleinsten in der Brandung zerstäubenden Tropfen, welches zwischen dem Meer- und dem „süßen" Wasser eine unvergängliche Scheidewand bildet und dadurch eben so sehr das Leben des Seefahrers unmöglich macht, wenn er in den Windstillen unter der glühenden Linie sein letztes Trinkwasser verbrauchte, wie in anderem Sinne jedes Menschen Leben ohne Kochsalz unmöglich ist — das Kochsalz verdient es, daß wir ihm jetzt alle unsere Aufmerksamkeit zuwenden. Es findet ja seine Bedeutung fast nur in der Verbindung mit dem Wasser, in seiner Löslichkeit.

Ich schicke der Beantwortung der Frage über den Ursprung des Salzgehaltes des Meerwassers eine Beantwortung der anderen Frage über die Herkunft des Salzes voraus, welche während des Druckes dieser Bogen veröffentlicht worden ist*). Das Nachfolgende verstößt zwar gegen die herrschende Ansicht über diese Frage; aber mögen auch in einigen Fällen Infusorien — als entstehungsgeschichtliche Beweismittel gewiß manchmal gemißbraucht — im Steinsalze erspäht worden sein und mögen auch manche Salzlager erweislich oder wissenschaftlich wahrscheinlicher einen Wasserursprung haben, so werden wir doch in der Beweisführung von Meyn sicher keine größeren Unglaublichkeiten finden, als sie die andere Ansicht unleugbar ebenfalls darbietet.

„Ein unermeßlicher Schatz wissenschaftlich registrirter Thatsachen führt heute den Geologen zu der Ueberzeugung, daß einst unser Erdball in glühendem Flusse befindlich, vor dem sogar noch als eine unermeßliche Gaskugel die Sonne umkreisete, wenn man nicht weiter zurückgehen will, als bis zur ersten Individualisirung aller Theile unseres Sonnensystemes.

---

*) Siehe „das Salz im Haushalte der Natur und des Menschen". Von Dr. Ludewig Meyn. Als dritter Band von „Bücher der Natur", herausgegeben von E. A. Roßmäßler. Leipzig bei E. Keil 1857. S. 230 ff.

Anfangs in diesem Gasgemenge, dann gewiß lange Zeit in der Gluth-atmosphäre des flüssigen Erdballes, endlich in dem feuerigen Schmelz war auch das Kochsalz zugegen, wenn nicht in der bestimmt charakterisirten chemischen Verbindung, so doch gewiß wenigstens mit seinen Bestandtheilen, dem Chlor und dem Natrium, die vielleicht in vielfach anderen Vereinigungen umher schwärmten und nur bei einer gewissen normirten Temperatur, welche bei der sich abkühlenden Erde allmälig eintrat, sich schließlich in großen Massen zusammenfanden. Gleich den andern Gesteinen ward denn auch das Kochsalz ein flüssiger Theil der Kugel, aber wahrscheinlich viel später, weil es so viel flüchtiger ist, und dem chemischen Getümmel der Stoffe, das damals auf der noch regelmäßig geballten Erde stattfand, verdankt es wenigstens die ersten Grundzüge seiner Vertheilung.

Diese Theorie von den Anfängen unserer Erde, mag sie wahr sein oder nicht, ist wenigstens diejenige, welche am weitesten in die Vergangenheit zurückgreift, ist die einzige, welche dem sich sträubenden Geiste durch Thatsachen aufgezwungen werden kann, und giebt jedenfalls das Entlegenste, was je über die Herkunft des Kochsalzes geahnt oder gewußt wird.

Wollte man nun an der Hand dieser trefflich begründeten großartigen geologischen Hypothese weiter eindringen, und durch Schlüsse, die auf des Kochsalzes chemische und physische Eigenschaften gebaut wären, festzustellen suchen, wann es sich zuerst niederschlagen, wo sich sammeln, wie mit den andern Stoffen sich drängen mußte, wann, wie und wo es zuerst der weitern Bearbeitung durch das Wasser überliefert ward, so würde man sich bald in eine Folge von Hirngespinnsten verlieren, denen jede thatsächliche Grundlage fehlte. Wenn die große geologische Hypothese, die wir oben an die Spitze stellten, wahr ist, woran wir unsererseits nicht zweifeln, so ist und bleibt sie es nur in ihren großen Zügen, und jedes Ausmalen derselben wird zum Spiele eines Kindes mit den Werkzeugen des Mannes. Die Theorie gleicht einem verschleierten Bilde. Man erkennt die Schönheit der Formen, aber man kann sie nicht enthüllen, denn Bildniß und Schleier sind aus demselben Marmor gearbeitet, und wer den Schleier heruntermeißelt, findet nur die Fratze, die er selber erzeugt.

Die einzige immerdar und noch heute wirksame Thatsache, die damit in Verbindung steht und die man unablässig im Gedächtnisse halten, unbedenklich

bei allen geologischen Untersuchungen als eingreifende Kraft verwenden darf, ist die noch fortdauernde Gluth des inneren Erdkernes in unbekannter Tiefe.

Wenn nach dem Vorstehenden über die Herkunft des Salzes verhandelt wird, so fragt sich nur noch: ist der Salzgehalt des Meeres erst mit dem Meere, also mit dem Wasser, aus der Gluthatmosphäre niedergeschlagen, oder war es früher in der Erdrinde als Steinsalz vorhanden? Und andererseits: hat das Steinsalz irgend welche Ursprünglichkeit, oder ist es ohne Ausnahme vormals schon Meersalz gewesen?

Die Lösung einer dieser Fragen löst auch die andere, und da das bewegliche, durchweg gleichartige Meer an seinem Salzgehalte kein Zeichen seines Ursprunges bewahren kann, so ist die Entscheidung über beide an den Steinsalzlagerstätten zu suchen.

Gewiß ist es nicht wahrscheinlich, daß das nur in der Weißgluth flüchtige Kochsalz gewartet habe, sich auf die Erde niederzuschlagen, bis auch das Wasser kam; allein wir haben versprochen, die Consequenzen unserer Theorie nicht auszubeuten, sondern nur Thatsachen reden zu lassen.

Suchen wir diese bei den natürlichen Lagerstätten des Steinsalzes auf, so widersprechen sie fast ohne Ausnahme der Ansicht der Laien und der Naturforscher des Alterthums. Am meisten widersteht einer solchen Auffassung die, nach bergmännischem Ausdrucke, oftmals bis in die ewige Teufe hinabsetzende senkrechte Ausdehnung der Salzstöcke bei ihrer eben so geringen söhligen Ausbreitung.

Und selbst an denjenigen Stellen, wo das Salz wie in der Triasformation zwischen Schichten gelagert ist, deren Absatz aus dem Meere als erwiesen gilt, und wo es ähnliche Umrisse annimmt, wie die Bänke von Sandstein, Mergel und Kalkstein, bedarf man für die Verdunstungstheorie noch künstlicher Voraussetzungen, welche der Ordnung der heutigen Welt schnurstracks zuwider laufen, um Meeresbecken sich vorzustellen, deren Verdampfung mächtige Salzbänke zurückläßt, und um diesen Salzbänken einen Schutz anzudichten, der ihre Auflösung durch nochmals überfluthende Meereswogen verhindert — und doch ist der glänzendste Fortschritt unserer heutigen Geologie eben der, daß man die Ereignisse der Vorzeit nur als Ebenbilder der heutigen natürlichen Vorgänge erkennt.

Betrachtet man nun zunächst die Vorgänge und Verhältnisse der Jetztwelt im Großen und Ganzen, so scheint sich schon dabei die eine Seite der Frage auf einfache Weise zu lösen. Handgreiflich finden wir, daß fast alle salinischen Erscheinungen der Continente: Quellen, Bäche, Seen, Steppen, Wüsten und Schollen von dem Steinsalze abhangen, wir finden durch chemische Analyse fast in jedem Quellwasser, das dem Meere zueilt, einen Kochsalzgehalt, und wissen, daß der aus dem Meere steigende Wasserdunst, der die Quellen wieder speisen soll, völlig frei davon ist, daß nur die geringen Mengen aus dem Meere entführt werden, die in den Brandungen zerstäuben, haben es also vor Augen, daß im Laufe der Aeonen sich der Salzgehalt des Meeres vergrößern muß, können mit Recht voraussetzen, daß sein jetziger Gehalt auf gleiche Weise in früheren Zeiträumen entstand und dürfen selbst vermuthen, daß mancherlei Thatsachen der historischen Geologie von früherer geringerer Gesalzenheit abhangen.

Darf man überdies voraussetzen, daß die Erde unter dem Meere eben so gebaut ist, wie auf dem Festlande, so müssen auch zahllose Salzstöcke seit Jahrtausenden von dem Meere benagt werden und auch in früheren Erdperioden bei anderer Vertheilung der Gewässer benagt worden sein und spricht von dieser Betrachtung aus daher Alles für eine größere Ursprünglichkeit des Steinsalzes.

Will man nun dieses nach seiner nächsten Herkunft fragen, so ist der wissenschaftliche Gang zur Lösung des Problems die Untersuchung all seiner Beziehungen zu den Nachbargesteinen, über deren Ursprung bereits eine begründete Meinung sich gebildet hat.

Bei dieser Arbeit sahen sich die Geologen eine Zeit lang von ihrer Kunst verlassen und fanden sich von ungewohnten Räthseln umgeben. Die Felsarten, mit denen die wichtigsten und bestgekannten Steinsalzmassen in Berührung traten, der Alpensandstein und der Karpathensandstein, konnten nach der gewöhnlichen Methode ihrem Alter nach nicht bestimmt werden. Endlich gelang auch dies durch vereinte Bemühungen, und dadurch, wie durch alle nachherigen Beobachtungen wurde dann festgestellt, daß das Steinsalz in seinem Auftreten innerhalb der Erdrinde an keine Formation gebunden ist.

Es ist bekannt, daß die Erdrinde aus zahlreichen über einander gelagerten Schichten besteht, welche sich großentheils als Bodensätze bestimmen las-

sen. Jede dieser Schichten ist theils durch ihre Mineralbeschaffenheit, theils noch deutlicher durch Reste untergegangener Thier- und Pflanzengeschlechter individuell charakterisirt. Alle Schichten, welche in ruhiger Folge nach einander abgesetzt wurden und einerlei Pflanzen- und Thierformen führen, scheinen eine Epoche des Erdlebens zu bezeichnen und werden zusammengenommen eine Formation genannt.

Solcher Formationen liegt wieder eine ganze Folge übereinander, nicht überall, sondern je nach Ort und Gelegenheit, aber nie in umgekehrter Reihe, meist so, daß die Schollen jeder ältern Formation gegen die der jüngern verschoben sind, wie altes und neues Eis in den von Ebbe und Fluth bewegten Flußmündungen, gleich als ob eine Bewegung der Erdrinde mit jedem Eintritte einer neuen Periode stattgefunden hätte.

Eine der mittlern dieser Formationen, welche besonders in Deutschland mächtig und auf großen Flächen entwickelt ist, und die man jetzt ihrer Dreigliederung wegen die Trias nennt, trug vor nicht langer Zeit den Namen Salzformation, weil man in ihr den Hauptsitz des Steinsalzes erkannt zu haben glaubte. Diese Schichten sind es, in denen so oft das Steinsalz durch den Bohrer gefunden wurde, wenn es sich äußerlich nur durch Quellen verrieth, weil es zwischen den Gesteinsbänken derselben ebenfalls, wenigstens scheinbar geschichtet, in gleichlaufenden Massen eingelagert ist. — Keuper, Muschelkalk und bunter Sandstein sind, von oben nach unten gerechnet, die drei Abtheilungen dieser Formation, und zwischen dem Muschelkalke und Keuper ist als untergeordnetes Glied noch die Lettenkohle eingeschaltet.

Das englische Steinsalz in einer Schichtenfolge von Keuper und Buntsandstein, zwischen denen der Muschelkalk fehlt, das schwäbische Steinsalz in den mittleren oder Anhydritlagern des Muschelkalkes, das lothringische in der Lettenkohlengruppe und das auf den braunschweig-hannöverschen Salinen angebohrte Steinsalz des bunten Sandsteins sind Thatsachen genug, um einen ungewöhnlichen Reichthum und eine auffallend regelmäßige Lagerung zu bezeichnen.

Aber doch hat man den Namen Salzformation wieder aufgegeben, weil eine erschöpfende Beobachtung lehrt, daß andere Formationen ebenfalls, die ältesten wie die jüngsten, des gleichen Schatzes theilhaftig sind.

Das Alles wäre zwar an sich kein Beweis gegen den Absatz aus Meer-

wasser, denn auch Sand-, Thon- und Kalksteine, die aus dem Meere stammen, finden sich in allen Formationen wieder, aber jene scheinbar regelmäßige Ablagerung innerhalb der Trias tritt in den andern Formationen gänzlich zurück.

Stockförmige Begrenzung des Salzes ist vielmehr eine durchstehende Regel, und diese Gestalt trägt es selbst da deutlich zur Schau, wo man die wirklichen Grenzen desselben gegen das Nebengestein noch nicht mit Sicherheit hat feststellen können; und da diese Stöcke oftmals bis in unergründliche Tiefe hinabreichen, so scheint auch das Salz entschieden aus der Tiefe zu stammen — wenn man sich nur erst eine richtige Vorstellung davon machen könnte, auf welche Weise es an die Oberfläche gekommen.

Das Zunächstliegende bei solchem Vorkommen ist gewiß, daß man sich das Kochsalz einer feuerigen Lava gleich aus der Tiefe emporquellend denkt, doch sträubt sich der Mensch gegen eine solche Vorstellung entschieden, weil er gewohnt ist, bei dem Kochsalze stets nur an seine Auflöslichkeit und nicht an seine Schmelzbarkeit zu denken.

Auch eine unumstößliche Thatsache scheint dieser Vorstellung sich zu widersetzen. Das Salz ist, wie die früheren Darstellungen beweisen, fast überall von Gips begleitet, der Gips ist mit ihm auf so innige Weise an den meisten Stellen verwebt, daß er an den stockförmigen Umrissen der Gebirgsmasse Theil nimmt, und was die Entstehung anlangt, unwidersprechlich als ein ebenbürtiger Zwillingsbruder des Kochsalzes gelten muß. Der Gips aber ist wasserhaltige, schwefelsaure Kalkerde und kann nicht geschmolzen werden, ohne seinen Wassergehalt zu verlieren, kann also auch mit seinem Wassergehalte nicht als feuerige Lava hervorgequollen und nachmals aus dem Flusse krystallisirt sein. Was aber noch mehr sagen will, der Gips, welcher viel häufiger als Steinsalz ist, tritt nicht blos in dessen Gesellschaft so stockförmig auf, sondern auch er durchschwärmt alle Formationen der Erdrinde in zahlreichen Stöcken und Kämmen, welche schroff und unerwartet aus der Erde aufragen.

In der That, dieser Einwand ist gewichtig; allein der gereiftern Wissenschaft und der erschöpfenden Beobachtung ist es gelungen, ihn in eine ebenso gewichtige Stütze umzuwandeln. Es hat sich gezeigt, daß alle stockförmige Gipsmassen, so weit man sie in ihrer Tiefe verfolgt, nach unten zu — und selbst im Kleinen nach der Mitte größerer Felsblöcke zu — aus wasserfreier schwefelsaurer Kalkerde, aus Anhydrit bestehen, es hat sich gezeigt, daß

die Umgebungen solcher Gipsstöcke mit anhydritischem Kerne alle Zeichen eines Wachsthums der Masse an sich tragen, welche hatten eintreten müssen, wenn wirklich, was nur vermuthet wird, der Anhydrit durch langsame Aufnahme des atmosphärischen Wassers und der Bergfeuchtigkeit sich in Gips verwandelt und gedehnt hätte. Es hat sich ferner gezeigt, daß die mehr zerklüfteten und zerschrundenen anhydritischen Gipsstöcke, abgesehen von ihrer Farbe, denselben Typus der Gesteinsabsonderung tragen, den die Felsarten zeigen, welche man massig zu nennen pflegt und deren lavaähnlichen Ursprung jedermann anerkennt, und daß die geschichteten Gesteine der Erdrinde oft viel auffallender durch Gipsstöcke, als selbst durch Basalte und Trachyte verrückt werden. Ja es hat sich endlich am Fuße der Pyrenäen ergeben, daß Gipsstöcke von gleicher Art theils mit den catalonischen Steinsalzmassen, theils mit Serpentingesteinen verflochten sind, deren Ursprung aus glühendem Flusse nur von Wenigen bezweifelt wird, und so kommt denn Alles zusammen, um auf's Ersichtlichste eine Ansicht zu erhärten, die wohl um so mehr Wahrheit hat, je widerwilliger sich der menschliche Geist dazu bekennt, je bestimmter er von der aus dem täglichen Leben geschöpften Meinung nur vor zwingenden Gründen weicht.

Hat man aber einmal sich entschlossen, diesen Gedanken nicht abzuweisen, dann gewinnen zahllose räthselhafte Erscheinungen eine nie geahnte Klarheit, dann begreift man, wie das Steinsalz in seiner Nähe die Felsarten verändert, begreift, daß Breccien der buntesten Art und Reibungsconglomerate, wie das Haselgebirge der Alpen, die Halda von Wieliczka und die Hallerde von Wilhelmsglück Begleiter des Salzes sein müssen, dann versteht man es, daß eine durch Steinsalz verkittete Anhydritbreccie gangartig durch den Alpenkalk zu Ber im Waadtlande heranflangt, dann hört das Erstaunen auf, wenn uns Humboldt erzählt, daß im Steinsalze von Pilluana die Erze ausgeschieden sind, die sonst den Metallgängen angehören, und wenn man die trachytischen Porphyre der Anden von Steinsalzwänden plutonisch durchbrochen sieht, dann endlich erkennt man in dem gangartigen und kuppenförmigen Emporsteigen dieser durchsichtigen Lava die tiefliegende Ursache, welche dem über die Erde verbreiteten Menschen süßes und salziges Wasser, wie aus einem magischen Becher, dicht neben einander sprudeln läßt, und welche dem strebsamen Forscher die Möglichkeit, nutzbare Salzkuppen zu treffen, in jedem Lande, in jeder Formation offen gehalten hat.

Ist diese Ueberzeugung einmal fest gegründet, dann wird man sich wenig darum quälen, auf welche Weise sich das flüssige Kochsalz am Erdkerne mit andern geschmolzenen Steinen verträgt, oder was die Ausscheidung desselben aus einer unterschiedslosen Masse bedingt, da unsere Vorstellungen von solchen Dingen doch nur kleinlich und unsicher ausfallen können, aber wird doch, als Zeugen der Wahrheit, freudig alle die beglaubigten Thatsachen begrüßen, wo die Krusten der Kraterwände und der Laven und die Auswürfe der Vulkane die Mitwirkung des Kochsalzes auf dem noch thätigen Gluthherde verkündet haben, und würde selbst dann nicht erstaunen, wenn gelegentlich eine glühende Anhydrit- und Kochsalzwoge dem Schooße der Erde entquölle.

Und da nun nach neueren Untersuchungen das Kochsalz sich in der Schmelzhitze — gleich dem Wasser bei gewöhnlicher Temperatur — als ein Auflösungsmittel vieler Mineralien verhält, das bei dem Erkalten dieselben krystallinisch zurückläßt und ihnen freie Beweglichkeit ihrer Bestandtheile zu Umsetzungen und zur Aeußerung der Wahlverwandtschaft gewährt, so sehen wir es denn im Geiste als ein thätiges Agens der Vorzeit durch die Spalten der zuerst gebildeten Felsen, heute noch durch die Gangklüfte des heißen untern Theils der Erdrinde weißglühend einherwallen, sehen es thatsächlich als Soole alle Schichten der Erde durchspülen, hier lösend, dort bindend was Feindseliges oder Verwandtes auf seinem Wege getroffen wird, sehen es als eine verbindende Hülle im Meerwasser die Höhen und Tiefen der runzeligen Erde ausebenen, gewahren seinen Kreislauf im Safte der frischer aufgrünenden Pflanze, fühlen es mit unserm eignen Blute zum Herzen pulsiren, und erkennen in Ehrfurcht, daß die große Mutter Natur dem Salze vielfältigen Dienst aufgetragen, dasselbe zu einem ihrer thätigsten Erdgeister berufen hat."

Ich gab hier die Darlegung der Meyn'schen Ansicht über die Herkunft des Salzes vollständig und im Wortlaute, um die einfache Klarheit in der Beweisführung nicht zu beeinträchtigen, und es wird daraus meinen Lesern und Leserinnen in hohem Grade wahrscheinlich geworden sein, daß das Kochsalz selbst älteren Ursprungs sei, als der Salzgehalt des Meeres, daß mit anderen Worten das ursprünglich nicht salzhaltige Meerwasser sich mit dem vor ihm auf oder in der festen Erdrinde bereits vorhandenen Kochsalze versah.

Die gangbare Theorie über die erste Bildung des Erdkörpers, welcher

auch Meyn in Vorstehendem huldigt, muß mit Nothwendigkeit annehmen, daß der Erdkörper eine lange Zeit hindurch in einem viel zu heißen Zustande sich befunden haben müsse, als daß tropfbar flüssiges Wasser sich auf seiner Oberfläche hätte halten können, ohne als Dampf in das ihn umgebende Luftmeer ausgetrieben zu werden. Erst nachdem die Hitze der Erdoberfläche soweit gesunken war, daß sich auf dieser das Wasser tropfbar flüssig erhalten konnte, ist es jener Theorie zufolge annehmbar, daß sich das Urmeer auf dem Erdballe niederschlug, über dem es bis dahin als heiße Dampfatmosphäre lange Zeit geschwebt haben mochte; als solche aber konnte es nach den Gesetzen der Verdampfung noch kein Kochsalz enthalten haben.

Demnach kann nach dieser Erdbildungstheorie das Meerwasser nicht von Uranfang an salzhaltig gewesen sein, und wenn die plutonische Herkunft des Salzes, wie sie uns Meyn entwickelt, richtig ist, so müssen eben so gut auf dem Meeresgrunde bloß liegende Steinsalz-Stöcke vorhanden angenommen werden können, wie sie an vielen Stellen des doch viel weniger umfangreichen Festlandes zu Tage ausgehen; es ist also nicht schwer, die Salzbereicherung des ursprünglich süßen Urmeeres herzuleiten.

Eine Vergleichung der Seethier-Versteinerungen aus den ältesten und jüngeren Formationen mit den heutigen See- und Süßwasserthieren scheint darauf hinzudeuten, daß jene nicht in salzigem, sondern in süßem Wasser lebten, und C. Vogt spricht geradehin die Vermuthung aus, daß das Meer erst in der secundären Periode seinen Salzgehalt bekommen habe.

Schon früher (S. 27) theilte ich gelegentlich mit, daß Maury in seinem Buche über die physische Geographie des Meeres den Salzgehalt desselben von dem stets wenn auch nur verschwindend kleinen dem Flußwasser zukommenden Salzgehalte ableite.

Er widmet dem „Salz des Meerwassers" ein eigenes Kapitel, welches einen glänzenden Beleg abgiebt von dem genialen Scharfsinne des berühmten Amerikaners in der Aufhellung der verwickeltsten Vorgänge des großen Naturhaushaltes unseres Planeten. Er weist nach, daß dem Salzgehalte des Meeres eine große Betheiligung an der Hervorrufung des Circulationssystems des Meeres zuzuschreiben sei. Wie das Salz diesen wichtigen Einfluß ausüben könne, begreifen wir leicht, wenn wir bedenken, daß gesalzenes Wasser sich bei der Verdunstung, Erwärmung und bei der Mischung mit salz-

freiem Wasser anders verhält als reines, und zwar in sofern, als durch diese Einflüsse Aenderungen in dem chemischen und physikalischen Verhalten desselben hervorgerufen werden, welche stets mit Bewegung verbunden sind. Nun wirken diese Kräfte ununterbrochen, jedoch nach Zeit und Ort zum Theil fortwährend wechselnd oder wenigstens in verschiedenem Maaße auf das Meerwasser ein, wodurch eine beständige Circulation hervorgerufen werden muß.

Jeder in das Meer einmündende Fluß führt zu der einen Zeit mehr als zu der andern feste Stoffe in das Meer, theils als Schlammtheilchen blos suspendirt, großentheils aber im gelösten Zustande. Man hat berechnet, daß dadurch im Laufe eines Jahrhunderts dem Meere so bedeutende Massen zugeführt werden, daß sie wohl im Stande sein können, seinen Spiegel um einige Zoll zu erhöhen. Da diese Erhöhung jedoch nicht stattfindet, so muß die Wissenschaft nach Compensationen suchen, die meist noch nicht gefunden sind. Unter den Stoffen, welche die Flüsse dem Meere zuführen, fehlt niemals das Kochsalz und der Gehalt des Flußwassers an diesen Stoffen beträgt auf ein preußisches Quart zwischen 3 und 26 Gran, wovon also stets auch ein Theil Kochsalz ist. Auf den ersten Anblick erscheint es beinahe widersinnig, dieser geringen Salzzufuhr durch das süße Flußwasser den Salzgehalt des Meeres zuzuschreiben. Wir müssen uns hier aber wieder, wie wir es schon mehrmals nothwendig fanden, an die Macht der Zeit erinnern, welche die kleinsten Größen und Wirkungen zu riesigen Facits addirt. Nach der Darstellung, welche Meyn uns von der Herkunft des Kochsalzes gab, konnten wir mit allem Fug und Recht auf dem Meeresgrunde eben so großartige bloßliegende Salzstöcke annehmen, wie sie das Festland darbietet, wir sind also nicht verlegen bei der Ableitung des Salzgehaltes des Meerwassers. Aber auch wenn diese Ableitung nicht gegeben wäre, so würde die Maury'sche Erklärungsweise ohne Zweifel vollberechtigt dafür eintreten können. Das Meer verliert durch die Verdunstung bekanntlich nichts von den in seinem Wasser aufgelösten festen Bestandtheilen, sondern nur reines Wasser; es verliert also auch kein Salz, während ihm seit Aeonen ununterbrochen in dem Flußwasser Salz, wenn auch in geringen Procenten, zugeführt wird. Eine ununterbrochene Einnahme von kleinsten Summen ohne die geringste Ausgabe muß in der Länge der Zeit eine große Bereicherung herbeiführen. Man darf daher sagen, daß mit dem Meere im Großen geschehen sei, was im Kleinen mit

jedem Landsee geschieht, der einen Fluß aufnimmt, ohne einen Abfluß zu haben, — bei dem also, wie wir es in dem Todten Meere und im Caspi-See sahen, Zufluß und Verdunstungs-Verlust im Gleichgewichte stehen — und der dadurch eben nothwendig zu einem salzigen See wird. In dieser Weise bedingte Salzseen können allmälig zu Süßwasserseen werden, wenn man ihnen einen künstlichen Abfluß verschafft.

Das Wasser des Todten Meeres hat durch seinen hohen Salzgehalt eine so große Dichtigkeit und ein so hohes specifisches Gewicht, daß auch der Unkundigste darin mit Leichtigkeit schwimmen kann. Ob jedoch das 10—12 Meilen lange und 2—3 Meilen breite Todte Meer gleich dem Caspi-See in der eben angegebenen Weise zu einem Salzsee geworden sei, ist sehr zweifelhaft, da an seinem südlichen Ende Steinsalzfelsen seine Ufer und zum Theil auch sein Bett bilden. Nur die genaueste Untersuchung des geognostischen Verhaltens dieses Steinsalzes zu den Nachbargesteinen kann entscheiden, ob wir hier im Meyn'schen Sinne wirkliches eruptives Steinsalz vor uns haben, durch dessen Auflösung das Wasser sich salzt, oder ob das Salz wirklich, wie nach der obigen Erklärungsweise der Salzseen anzunehmen sein würde, durch Fällung in dem verdampfenden Wasser entstanden sei. Um noch einen Augenblick die Bildung des Todten Meeres zu einem Salzsee durch Verdunstung festzuhalten, so muß noch darauf aufmerksam gemacht werden, daß an seiner Oberfläche, die in einem tiefen, von hohen Felsen eingeschlossenen, von Nord nach Süd verlaufenden Thalkessel liegt, unter einer tropischen Sonnengluth eine außerordentlich starke Verdunstung stattfindet.

Daß das Meerwasser nicht blos Kochsalz, sondern auch andere Salze enthalte, ist schon früher (S. 26) gesagt worden. Sie zusammen bilden als sogenannten Rohsalz-Gehalt ziemlich genau 3½ Procent. Durch diesen Gehalt wird das Meerwasser um 27 bis 29 Tausendstel schwerer als gemeines Wasser, es wiegen also 1000 Kubikzoll Meerwasser eben so viel wie 1027 bis 1029 reines Wasser. Dieser Gehalt ist zwar nicht in allen Theilen des Weltmeeres ganz gleich, aber die Verschiedenheit ist nur sehr gering, wie schon aus der vorstehenden Angabe hervorgeht. Diese Verschiedenheit ist bedingt durch die größere oder geringere Zufuhr süßen Wassers oder durch Regenniederschlag, durch den Grad der Verdampfung oder auch durch Eisbildung, von der wir bereits wissen, daß sie den größten Theil des Salzes aus dem

gefrierenden Wasser ausscheidet und dadurch das ungefroren bleibende Wasser salzreicher werden läßt. Zu beiden Seiten des Aequators, wo die Verdampfung am stärksten ist, zeigt das Meer einen etwas stärkeren Salzgehalt. Das Mittelmeer ist salzreicher als die Ostsee, welche größere Ströme aufnimmt als jenes.

Die übrigen neben dem Kochsalze im Meerwasser aufgelösten Salze, salzsaure und schwefelsaure Bittererde und Gips, verhalten sich so zu jenem, daß auf 100 Pfund Rohsalz — der Rückstand abgedampften Meerwassers — 6 Pfd. schwefelsaure und 8 Pfd. salzsaure Bittererde und 5 Pfd. Gips oder schwefelsauren Kalkes kommen; 80 Pfd. sind Kochsalz und das nachbleibende Pfund sind die früher (S. 26) aufgezählten Stoffe. Von diesen sind Brom und Jod besonders wichtig, namentlich bei der Herstellung von Lichtbildern. Beide kommen aber in so geringer Menge darin vor, daß das Jod unmittelbar gar nicht dargestellt werden kann, sondern aus den Seetangen gewonnen werden muß, welche es bei ihrer Ernährung mit aufnehmen. Das Brom wird aus der Mutterlauge der Salinen gewonnen.

Der beständige Kochsalzgehalt des Meerwassers, wodurch dieses an vielen Orten der Erde eine unerschöpfliche Bezugsquelle dafür wird, giebt mir Veranlassung, in diesem Abschnitte und nicht erst in dem folgenden, noch einige Worte über die Bedeutung des Kochsalzes einzuschalten. Diese Bedeutung ist so groß, daß es nur mit Wasser und Luft in gleiche Rangordnung gestellt werden kann. Und dennoch, oder vielleicht richtiger eben deswegen wird es meist unterlassen, über die Größe dieser Bedeutung nachzudenken, viel weniger sie sich vollkommen klar zu machen, während wir doch in jedem Löffel Suppe seine Anwesenheit prüfen und schelten, wenn das „Salzfaß“ auf dem Mittagstische vergessen worden ist. Nur in dem Bewußtsein des Armen wird dem Kochsalze die Würdigung zu Theil, die ihm gebührt. Sobald aber die Ausgabe für diese unentbehrliche Speise kein Opfer mehr wird, denkt Niemand mehr an ihre Unentbehrlichkeit, und es gehört schon ein bewußtes Mitgefühl für die Mangelleidenden dazu, um die Grausamkeit der Salzbesteuerung zu erkennen; und doch ist sie im Wesen dasselbe, was eine Luft- oder Wasserbesteuerung sein würde. Freilich wird ja im Kalenderstempel auch die Zeit besteuert!

Aelter als die Chemie, welche das Salz als nie mangelnden Bestand-

theil unseres Leibes nachweist, ist das erfahrungsmäßige Wissen von der Bedeutung des Salzes für das Leben, und spricht sich demzufolge in dem alten Volksreime

„Salz und Brod
Macht die Wangen roth"

und ähnlichen aus. Die höchste Blüthe des geistigen Verkehrs bezeichnet man seit dem klassischen Alterthume, wo die Beredtsamkeit höheren Cours hatte, als in unseren Tagen, als „attisches Salz" und „ungesalzen" schilt man eine Rede, aus der der Hörer keine gedeihliche Geistesnahrung schöpfen kann. Oft finden wir das Salz eine Rolle spielen in den Sitten und Gebräuchen der Völkerschaften, welche ihre Verwachsung mit der sichtbaren Natur noch nicht vergessen haben.

Dennoch ist das Volkswissen noch himmelweit entfernt, das Salz allgemein für etwas mehr, als für eine angenehme und wohlschmeckende, durch Angewohnheit unentbehrlich gewordene Würze unserer Speisen zu halten, in ihm ein, wie kaum ein anderes, unentbehrliches Nahrungsmittel zu erkennen, welches man ohne Nachtheil für Gesundheit und Leben sich nicht versagen darf. Es ist zugleich das einzige Nahrungsmittel, welches wir beim Genusse unmittelbar aus der großen Reihe der unorganischen Stoffe entlehnen, wir alle, Arm oder Reich, in einem Maaße, welches uns nicht unser Belieben oder unsere Mittel vorschreiben, sondern was uns das Bedürfniß unseres Körpers mit gebieterischer Strenge aufnöthigt. Der Arme bedarf kein Körnlein Salz weniger als der Reiche, will er gleich diesem gesund bleiben. Vor kurzem bediente sich irgendwo ein raffinirter Gefängniß-Direktor der Salzentziehung als Zwangsmittel. Es hat ihm untersagt werden müssen, weil dieser, hoffentlich blinde, Eingriff in die Lebensgesetze von sehr nachtheiligen Folgen für die Gefangenen war. Darum ist der Spruch in sale salus (im Salze Heil) mehr als ein Wortspiel — es ist eine tiefe, ernste Wahrheit, eine bittere Wahrheit im Hinblicke auf den Armen, der seinen gleichen Salzbedarf eben so theuer kaufen muß, als der Reiche. Aber der Salzbedarf ist nicht nur nach der Grenze des mindesten Maaßes, sondern auch dem entgegengesetzten hin genau bestimmt. Niemand genießt nennenswerth mehr Salz, als seine Gesundheit erheischt, eben so wenig, wie Niemand ohne nachtheiligen Einfluß weniger als das nothwendige Maaß genießt. Dadurch gewinnt das

Kochsalz vor allen übrigen Nahrungsmitteln zusammen mit seiner ausnahmslosen Allgemeinheit des Verbrauchs die sehr eigenthümliche Seite, daß es das einzige Nahrungsmittel ist, dessen Gesammtverbrauch auf der ganzen Erde man sofort genau berechnen kann, wenn es gelingen sollte, die Gesammtzahl der Menschen richtig zu schätzen.

Civilisirte Staaten haben es mit uncivilisirten gemein, daß sie, die Unentbehrlichkeit des Kochsalzes benutzend, einen Regierungszügel daraus machen. Barth erzählt von dem Häuptlinge En-Nur im Lande Ahir, daß dieser nur dadurch ein mächtiger Häuptling sei, weil er „der größte Salzkaufmann" ist und alljährlich mit 2—3000 Kameelen nach Zinder zieht, um gegen Salz Sklaven und Sudanzeuge einzuhandeln. Staaten, welche kein Salz haben, sind anderen, welche sich dieses Vorzugs erfreuen, tributpflichtig, mehr als das, sie sind von ihnen in einer Weise abhängig, die ihre gefährliche Seite haben könnte. Wäre das Kochsalz, anstatt allgemein verbreitet zu sein, nur an einigen wenigen Punkten der Erde aufgehäuft, und dann noch — was allerdings nicht anzunehmen wäre — der Salzbedarf der gegenwärtige allgemein dringende, so würden diese Punkte zugleich die Stützpunkte der größten politischen Macht sein. Diese allgemeine Dringlichkeit des Salzbedarfes wäre dann aber deshalb nicht anzunehmen, weil sich der menschliche und thierische Leib anders und mit anderen Bedürfnissen hätte entwickeln müssen; denn es ist eine komische teleologische Umkehr von Ursache und Wirkung, zu glauben, das Salz sei deshalb allgemein verbreitet, weil es ein allgemeines Bedürfniß befriedigen solle, während umgekehrt durch seine allgemeine Verbreitung es zu einem allgemeinen Bedürfnisse des sich aus den vorhandenen Stoffen aufbauenden Leibes erst geworden ist.

Es ist hier nicht der Ort, die Rolle bis in ihre Einzelnheiten zu verfolgen, welche das Kochsalz beim Aufbau und der täglichen Verjüngung unseres Leibes spielt. Es sei blos bemerkt, daß es in allen Theilen unseres Körpers, besonders im Blute und in den Knorpeln, niemals fehlt, daß es die chemischen Processe, welche die Verdauung bilden, unterstützt, indem es namentlich die eiweißartigen und die fettbildenden Nahrungsstoffe löslicher macht. Es ist dabei aber keineswegs bloß in der bezeichneten Weise ein Vermittler, der mit den unverdauten oder bei der Verjüngung der Gewebe unbrauchbar gewordenen Stoffen wieder ausgeschieden wird -- ein Theil des

aufgenommenen Kochsalzes geht eine Verbindung mit anderen Stoffen ein, um die flüssigen und festen Bestandtheile unseres Körpers zu bilden und es ist also ein Baustoff unseres Leibes, ein Nahrungsmittel in der eigentlichsten Bedeutung des Wortes.

Nehmen wir das mittle Gewicht eines gesunden Menschen zu 150 Pfund an, so ist 1 Pfund davon Kochsalz. Von diesem entführen ihm die täglichen Ausscheidungen in einem durchschnittlichen Gesammtgewichte von 25 Loth etwa 1 Loth Kochsalz, welches er täglich in der Nahrung ersetzen muß, theils durch ausdrückliche Zuthat zu den Speisen, theils durch den diesen an sich eigenen Salzgehalt. Demnach verbraucht der Mensch im Monate durchschnittlich 1 Pfund, jährlich 12 Pfund Kochsalz. Dieses erst durch die neuere Wissenschaft genau nachgewiesene Gewichtsverhältniß steht in auffallendem Einklange mit der praktischen Erfahrung. Zwölf Pfund rechnet man seit alter Zeit als den Mittelbedarf für den Kopf und nach Meyn sind 12 Pfund das vorgeschriebene Maaß, was an den preußischen Zollgrenzen jeder Unterthan zwangsweise kaufen muß, damit die Zollbehörde sicher ist, daß er sich nicht durch Schmuggel verproviantire.

Dieselbe hohe Bedeutung hat das Kochsalz für viele Thiere, namentlich auch für die uns wichtigsten Säugethiere. Der salzbedürftige Hirsch hat schon manche verborgene Salzquelle verrathen und der sorgsame Waidmann verfehlt daher nicht, seinem Wildstande Salzlecken zu bauen. Die Salzbesteuerung greift doppelt in unsere Lebensökonomie ein, indem sie die Salzfütterung unseres Schlachtviehs beeinträchtigt und dadurch unsere Fleischkost verschlechtert. Das berühmte „hamburger Rindfleisch" wird auf den saftigen salzreichen Marschen Eiderstedts erzeugt. Vor kurzem klagte man in den Zeitungen über das fühlbare Herabkommen des Mastviehes, hervorgebracht durch die von erhöheten Salzpreisen gebotene Beschränkung der Salzfütterung.

Wenn als Nahrungsmittel unmittelbar und als Viehfutter mittelbar das Kochsalz von der allerwichtigsten Bedeutung ist, so ist sein Einfluß auf die Industrie nicht minder groß und nimmt unter den einfachen Rohstoffen mit Eisen und Schwefel darin unleugbar die erste Stelle ein. Eine Steuerbefreiung würde unausbleiblich einen bedeutenden Aufschwung vieler unserer wichtigsten Gewerbe und Fabrikationszweige zur Folge haben. Es ist eine grausame Consequenz der Salzbesteuerung, daß man das für die gewerbliche

Verwendung bestimmte Salz wohlfeiler als das Speisesalz verkauft, und um es nicht „betrüglicherweise“ zum Speisebedarf „mißbrauchen“ zu lassen, in vielen Fällen absichtlich für Menschen ungenießbar gemacht.

Einsicht zu gewinnen in das Ineinandergreifen der einzelnen Theile und Stoffe der gewerblichen Thätigkeit, welche trotz Zoll- und Zunftschranken sich täglich mehr emporarbeitet, ist für den Denkenden eine hohe Befriedigung. Hundertfältig begegnet er dabei dem Kochsalze und mit um so größerer Ueberraschung für ihn, je geringere Kenntniß er von den Wegen hat, welche die Hand der Wissenschaft den Rohstoff durch die Fabriken leitet. Soda, Salmiak, Chlor, Salzsäure, Glaubersalz, Jedermann wenigstens dem Namen nach bekannte industrielle Mächte, verdanken wir mehr oder weniger unmittelbar dem Kochsalze, welches seinen mächtigen Einfluß auf andere Stoffe leicht und willig in allen drei Aggregatzuständen herleiht.

Dieser gewaltige Stoff, er ist also in unerschöpflicher Fülle im Meere vertheilt, verleiht diesem einen neuen Reiz in den Augen desjenigen, welcher in der umgebenden Natur Einheit und Zusammenhang an einem Punkte gefunden hat und dann solche Punkte wie die Sterne am Himmel sich mehren sieht, je öfter und aufmerksamer er um sich blickt.

Wir begegnen dem Kochsalze in der zweiten Hälfte dieses Abschnittes noch einmal, wenn wir unter den Gewässern des Festlandes die Salzseen finden werden, an deren Rändern und seichtliegendem Boden die Verdunstung, von den heißen Sonnenstrahlen beflügelt, unermeßliche Mengen Kochsalz fördert, während unsere gemäßigte deutsche Wärme durch die sinnreichen und kostspieligen Vorrichtungen der Gradirwerke unterstützt werden muß, um eine schwache Soole durch mehrmaligen Tropfenfall durch die luftdurchfächelte Dornwand siedewürdig zu machen. Schon an den Südküsten unseres Erdtheils bedarf die Sonne dieser Nachhülfe nicht und es genügt, ihr in seichten flachen Lagunen einige Tropfen des Meeres vorzusetzen, die sie dann als unsichtbaren Dampf auftrinkt und dabei den Salzgehalt zurückläßt.

Ohne die Wärme würde das Meer eine träge, ewig ruhende Masse sein, über welcher ebenso träg das Luftmeer ruhen würde. Wie sie als belebender Odem den Erdkreis durchdringt, so ist sie gerade jetzt tief in die Reihen der

Physiker eingedrungen, welche ihrem Geheimnisse mit scharfsinnig ausgedachten Apparaten und Experimenten auf die Spur zu kommen suchen. Wir haben schon erfahren (S. 37 f.), daß die Ansicht, die Wärme sei ein Stoff, immer mehr Anhänger verliert, und in dem Augenblicke, wo dieser Bogen gedruckt wird, erscheint eine sehr lichtvolle populäre Darstellung dieser wichtigen Frage, welche die stoffliche Auffassung vollständig verwirft*).

Auf dem Festlande unterliegt die Temperatur, unabhängig von dem Wechsel der Jahres- und Tageszeiten, an einem und demselben Orte vielfältigen Schwankungen. Wir sprechen nicht blos von kühlen Sommern und milden Wintern, sondern von einzelnen ungewöhnlich heißen oder kalten Wochen oder Tagen. Wir haben in den früheren Abschnitten die Gründe dieses Temperaturwechsels kennen gelernt, an die wir uns jetzt erinnern. Aber neben diesen unregelmäßigen Schwankungen des Temperaturganges eines Ortes giebt es nach dem Wechsel der Tageszeiten auch einen regelmäßigen täglichen Wechsel der Temperatur. Ich erinnere an die regelmäßige Wiederkehr der kühlenden Seewinde am Abende an Küstenorten. Unter dem Aequator beträgt der Wärmeunterschied des Meerwassers an einem Tage höchstens 1—2°, während sie ebendaselbst auf dem Festlande 5—6° beträgt. In den gemäßigten Erdgürteln beträgt diese tägliche Differenz des Meeres nur 2—3°, auf dem Lande kann sie bekanntlich manchmal 12—15° betragen.

Wie auf dem Festlande findet der niedrigste Wärmepunkt des Tages kurz vor Sonnenaufgang statt, während die größte Wärme auf dem Meere dem Mittage etwas näher liegen soll, als dort. Für das offene Meer kann es wesentlich blos diejenigen Temperaturschwankungen geben, welche von dem wechselnden Stande der Sonne abhängen, weil auf ihm alle jene Ursachen wegfallen, welche auf dem Lande den unregelmäßigen Wechsel der Temperatur hervorrufen. Lesen wir, daß irgend wo auf dem offenen Meere ein Schiff die Linie passirt ist, so wissen wir von selbst, daß es den Höhenpunkt der Sonnenhitze zu erleiden hatte. Wenn wir aber die Lage eines Landes oder einer Stadt als unter dem Aequator befindlich bezeichnen hören, so hält uns von einer gleichen Voraussetzung die Erwägung ab, daß auf dem Festlande nicht blos der

*) R. Clausius, über das Wesen der Wärme, verglichen mit Licht und Schall. Academische Vorträge III. Zürich, bei Meyer u. Zeller, 1857.

Breitengrad, sondern namentlich auch die Meereshöhe die mittle Temperatur bedingt.

Dennoch ist die Temperatur einer bestimmten Stelle des Meeresspiegels nicht lediglich von der geographischen Lage abhängig, wir wissen, daß die Meeresströmungen darauf bestimmend einwirken. Auf diese kommen wir am Schlusse der ersten Hälfte dieses Abschnittes noch einmal zurück, nachdem wir früher nur dem Golfstrome eine näher eingehende Aufmerksamkeit zuwendeten, als wir in dem Wasser eine klimabedingende Macht kennen lernen wollten.

Aber innerhalb der örtlichen Besonderheiten, also auch innerhalb des Bereiches einer constanten Meeresströmung, bleibt sich die Temperatur des Meerwassers auffallend gleich.

Die Erwärmung erhält die Oberfläche des Meeres unmittelbar allein von der Sonne, mit der alleinigen Beschränkung dieses Satzes, daß vielfältig die an dem einen Orte des Meeres von der Sonne vermittelte Wärme durch Strömung einer andern Stelle der Meeresoberfläche zugeführt wird. Hohen Meeresbreiten vermögen warme Luftströmungen nur wenig Wärme mitzutheilen, weil das Wasser ein schlechter Wärmeleiter ist. Eben so wenig können die kleinen vulkanischen Erhitzungen des Meerwassers in Betracht kommen, eben weil sie sich nur auf kleine Punkte beschränken, auf denen sie allerdings zuweilen das Meerwasser bis zur Siedehitze erwärmen.

Diese sich ewig gleichbleibende Temperatur des Meerwassers führte den großen D. F. Arago zu dem großen Gedanken, daß im Meere ein Maaßstab bereit liege für eine mögliche Revolution in dem Zustande der Sonne als Wärmequelle. Es müßte sich, so meinte er, diese Revolution in der Veränderung der Meerestemperatur abspiegeln, wozu das so vielen andern Erwärmungsbedingungen unterliegende Festland weit weniger geeignet sein würde.

Es ist wiederum der Atlantische Ocean, die Brücke zwischen den beiden Kultur-Kontinenten, von welchem die Wärmeverhältnisse am genauesten erforscht sind, und es sind abermals die Nordamerikaner, welche in neuester Zeit hierin das Meiste gethan haben.

Die nach den Jahreszeiten abwechselnde Erwärmung des Meerwassers übt einen bemerkenswerthen Einfluß auf die Grenzlinien der Meeresströmungen aus. Wenn die Gewässer auf der nördlichen Hälfte des Atlant. Oceans bis zum September stark erwärmt worden sind, so reicht die nördliche Grenze

des Golfstromes weiter nördlich hinauf, als nach dem März, bis wohin vom September an die Sonne unter diesen Breiten tiefer steht. Man kann daher, um mich des Bildes von Maury zu bedienen, den Golfstrom mit einem Haarschopfe vergleichen, der zwischen Florida und den Bahama-Inseln eingeklemmt von da nach Nordosten frei hinausflattert und dabei nach den Jahreszeiten bald mehr bald weniger nördlich getrieben wird, indem er zwischen den Rändern kalten Wassers hinströmt.

Das höchste Wärmemaaß fällt für diesen Theil des Atlant. Oceans auf den September, die größte Kälte auf den März. Es würde nach dem Rückgange der Sonne von der Sommersonnenwende die Wärme West-Europa's schneller sinken, als es der Fall ist, wenn dieses nicht durch das Steigen der Meereserwärmung bis zum September durch den Golfstrom verhindert würde.

Die Linie der höchsten Wärme fällt für den Atlant. Ocean nicht mit dem Aequator zusammen. Sie beginnt im Meerbusen von Guinea an der afrikanischen Westküste einige Grad nördlich über dem Aequator und steigt nach Ueberschreitung des Oceans von der Mündung des Amazonenstromes längs der amerikanischen Küste durch das Caraibische Meer nordwärts bis in die Höhe des Mexikanischen Meerbusens — den Wendekreis des Krebses also noch um mehrere Grade übersteigend — wo sie sich in einem Bogen nach Süden umbiegt und in der Campechebai auf das Land trifft. Von da setzt sich diese Linie auf der Westküste von Centralamerika erst viel weiter südlich von der Bai von Panama an weiter fort, wo sie anfänglich eine Strecke weit von dem kalten Peruanischen Küstenstrome nach Norden emporgelenkt wird, dann aber wieder parallel mit dem Aequator weiter geht. In dem Verlaufe dieser Linie zeigt sich an den Küsten von Mittelamerika der Einfluß der Wärmestrahlung des Festlandes. Auf dieser Linie schwankt die Temperatur des Meerwassers zwischen 27 und 32° R.

Unter dem heißen Erdgürtel erreicht aber die Wärme des Wassers die der darüberliegenden Luft nicht, während entgegengesetzt das Polarmeer gewöhnlich eine höhere Temperatur als die Luft zeigt. Selbst unter dem 80° N. Br. fand man das Wasser nie auf oder unter 0°, sondern fast immer über + 1° R.

Nach dem Aequator hin nimmt im Allgemeinen die Wärme des Meerwassers nach der Tiefe zu ab, während sich dies nach den Polen hin umgekehrt

verhält. Die Kälte der tieferen Schichten der tropischen Meere hängt nicht von der nächtlichen Erkaltung ab, sondern von einem Tiefenstrome kalten Wassers, der von den Polen herkommt, weil man z. B. im Mittelmeere, wohin dieser kalte Polarstrom nicht dringen kann, in der Tiefe keine so niedere Temperatur findet, die in den heißen Erdgürteln bis + 4° sinkt.

Es herrschen jedoch in den Angaben über die Oberflächen- und Tiefen-Temperatur der Polarmeere noch große Verschiedenheiten, welche vor der Hand noch nicht erklärt sind, wahrscheinlich aber mit verschieden erwärmten über einander sich bewegenden Strömungen zusammenhängen mögen.

Wir wissen, daß das süße Wasser bei + 4° R. am dichtesten und schwersten ist und deshalb im Winter so lange von der Oberfläche niedersinkt, bis die ganze Masse eines Gewässers auf diesen Punkt getreten ist, von wo an erst an der Oberfläche die weitere Erkaltung und das Gefrieren stattfinden kann. Bei dem Seewasser ist aber der Gefrierpunkt auch noch von seinem Salzgehalte abhängig, der das Maaß seiner Dichtigkeit bedingt. Es gefriert noch nicht bei — 0° R., sondern je nach der Größe seines Salzgehaltes erst bei noch tieferen Temperaturstufen; für gewöhnlich bei 1½ bis 2° R. unter Null, und da bei dem Gefrieren, wie wir schon Seite 10 erfuhren, das Salz aus dem gefrierenden Wasser ausgeschieden wird, so wird dadurch das in der Umgebung ungefroren bleibende Meerwasser immer salzreicher und so eine immer größere Kälte erforderlich, um es zum Gefrieren zu bringen. Eine gesättigte Salzlösung soll erst bei 11½° R. gefrieren.

Die Kälte macht zwar das Polarmeer zu einem unwirthbaren Gebiete, in welchem das flüssige Quecksilber zu einem festen, hämmerbaren Körper erstarrt; aber sie verwandelt dasselbe auch in ein Zauberland, wo das staunende Auge in Wirklichkeit krystallene Berge sieht, die in den Regenbogenfarben schillern, wo die Sonne einmal das Untergehen vergißt und am Horizonte herumkreist.

Die Kälte macht zugleich das Polarmeer zum härtesten Prüfstein für den Muth des Seefahrers. Er steuert seinen „geschnitzten Splitter" in ein Gebiet, wo rings um ihn her schwimmende Eisländer und Berge wie dünne Scherben zerschellen; er harrt mit dem Muthe der Geduld Monate lang auf Erlösung aus den Banden unübersehbarer Eisflächen; kein warmer Lufthauch beflügelt den Lauf des erstarrten Bluts, kein grünes Blatt erquickt das geblendete Auge.

Die Schilderungen des Capitän M. Clure, des Entdeckers der nordwestlichen Durchfahrt, geben einen Begriff von den fortwährend das Schiff in tausend Gestalten umdrohenden Gefahren; aber diese Gestalten sind so wunderbar schön, daß neben der immer wachen Besorgniß vor Vernichtung dennoch sprachloses Entzücken den Seefahrer ergreift. Der Tyfoon, das Schrecken der Ostindienfahrer, ist nichts gegen einen Sturm im Eismeere, der das Schiff in den wüthenden Kampfsplatz schleudert, wo Eisberge im wilden Tumulte durcheinander kreisen und im Zusammenstoße in tausend Scherben zersplittern, wo meilengroße Eisfelder auf den empörten Wogen sich bergehoch emporbäumen und zerberstend und sich zusammenschiebend in grausenerregendem Spiele Canäle öffnen und schließen. Und mitten drin in diesem Kampfe der Mensch auf „seinem geschnitzten Splitter", um „Wissen zu suchen". Und in diesem Bilde fehlen immer noch die Hauptfiguren, die stolzen Eisberge, welche nicht in dem offenen Polarmeere entstehen und dann ihre Kälte hinaustragen in die südlicheren Breiten, wo der Sonnenstrahl und der warme Golfstrom sie benagt und innerlich zerklüftet, daß sie mit furchtbarem Gepolter zerfallen und Alles mit sich in die Tiefe reißen, was sich in ihrer unheilvollen Nähe befindet.

Jene trübweißen, porösen Schollen, die oft Hunderte von Quadratmeilen groß dem kurzsichtigen Blicke des Seefahrers ihre Bewegung verbergend, diesen veranlassen, an ihnen vor Anker zu gehen, sind nichts weiter, als Treibeis im großartigsten Maaßstabe, während die Eisberge Erzeugnisse von süßem Wasser sind, gebildet am Gestade polaren Festlandes, von dem sie sich losreißen. Wenn solche, fast immer in klarster Durchsichtigkeit und Reinheit leuchtende, Eisberge bis 200 Fuß aus dem Meeresspiegel emporragen, so tauchen sie das Vierfache und mehr von ihrer senkrechten Höhe unter demselben hinab, so daß sie, auf trocknes Land gestellt, Berge von mehr als 1000 Fuß Höhe darstellen würden. Und dennoch ist ein solcher Eisberg, wenn man ihm schon in südlicheren Breiten begegnet, bis wohin er vielleicht schon manchen Kampf mit seines Gleichen zu bestehen hatte, nichts weiter als ein Splitter, als ein kleiner Theil seiner ursprünglichen Größe, in der er sich vom Festlande losriß, um dahin zu wandern, wo seiner eine sichere Vernichtung wartet. Wahrlich, die kühnste Phantasie kann die Größe des Vorganges nicht fassen, dessen Erzeugniß Eisklumpen von 1000 Millionen Kubikellen Inhalt sind.

Nach den Beobachtungen des dänischen Reisenden Rink sollen es nicht eigentliche bis in das Meer hinausreichende Gletscher sein, was diese Eisberge bildet, sondern mehr eine allgemeine, ungeheuere Vereisung großer Festlandsmassen, hervorgebracht durch atmosphärische Niederschläge und im Gefüge dem Gletscher-Eise der Alpen allerdings einigermaaßen ähnlich. Rink vergleicht solche vereiste Flächen nicht unpassend mit Eisströmen und hat zwischen dem 69 und 73° N. Br. an der Grönländischen West-Küste gegen 30 derselben aufgefunden. Von fünf derselben meint Rink, daß sie die Geburtsstätten fast sämmtlicher von hier südwärts schwimmender Eisberge seien. Diese Eisströme, die zuletzt von den echten Gletschern im Wesen doch nicht verschieden sein werden, münden in Fiorde aus, innerhalb welcher sich bis in den Sommer die Eisberge ansammeln und erst dann ihre Reise antreten können, wenn die Wärme die davor liegenden Eisfelder geöffnet hat. Nach einer Beschreibung von der Abtrennung dieser furchtbaren Eismassen von dem festen Landeise zu urtheilen, welche O. Ule nach Rink in der „Natur" giebt, scheint die abtrennende Gewalt nicht sowohl die Schwere des in das Meer hinausgeschobenen, also seine feste Unterlage verlierenden, Endes des Eisstromes zu sein, sondern vielmehr dessen Leichtigkeit, d. h. dessen geringere Schwere als die des Wassers ist. Es ist bekannt, daß es eine gewisse Kraft erfordert, einen Körper, der leichter als Wasser ist, unter das Wasser zu ziehen, z. B. einen Kork, eine mit Luft gefüllte Schweinsblase oder ein umgekehrtes leeres Glas, und daß diese Dinge sofort mit Gewalt an den Wasserspiegel empor und sogar noch etwas über diesen hinausfahren, wenn man sie unter dem Wasser losläßt. Bekanntlich ist das Eis leichter als das Wasser, namentlich das in Rede stehende Süßwassereis leichter als das salzreiche Meerwasser. Denken wir uns das Ende des Eisstromes in der beibehaltenen geneigten Richtung seiner Landbahn frei in das Meerwasser, und zufolge dieser Neigung vielleicht hundert und mehr Fuß untergetaucht, hinausragen, so muß diese Eismasse fortwährend das Bestreben haben, seiner größeren specifischen Leichtigkeit wegen emporzutauchen, woran sie nur von dem Zusammenhange gehindert wird, in welchem sie noch mit dem Eisstrome steht. Je mehr nun der Umfang dieses hinausgeschobenen Theiles des Eisstromes zunimmt, desto tiefer taucht derselbe vorn in das Meer ein und desto mehr wächst sein Bestreben, an die Oberfläche des Wassers zu gelangen. Dieses Bestreben allein

würde ihn nicht loszureißen vermögen, sondern es kommen wahrscheinlich noch andere Zufälligkeiten hinzu, Klüfte, Sprünge, poröse Bänder im Eise u. dgl. Die erste Bewegung der eben losgetrennten Eismasse muß natürlich ein Emportauchen, sogar ein Emporspringen sein, ohne Zweifel mehrere Fuß über die Linie, in welcher nachher dieselbe auf dem Meere sich schwimmend erhält. Diesem Emportauchen folgt als zweiter Schritt ein Zurückfallen und alsdann so lange ein Wechsel von beiden, bis die Masse sich in die Gleichgewichtslage des Schwimmens gesetzt hat. Diese Geburt eines Eisberges, in Uebereinstimmung mit dieser Bezeichnung auch von dem Grönländer „des Eisschimmers Kalbung“ genannt, muß eine heftige Bewegung des Meeresspiegels verursachen, und da der Vorgang meist in Buchten stattfinden soll, so muß in diesen der auf- und abtauchende Eisberg von Millionen Kubik-Ellen einen furchtbaren Wellenschlag hervorbringen, wodurch die gewaltsamsten Kämpfe zwischen den in der Bucht bereits schwimmenden und den der Ablösung bereits nahen Landeismassen entstehen müssen. Natürlich ragen diese Eisberge stets höher über dem Meeresspiegel empor als früher, so lange sie der Zusammenhang mit dem Landeise gewaltsam unter demselben gegen das Gesetz des specifischen Gewichts festhielt. Immer aber ist der unter dem Meeresspiegel befindliche Theil eines Eisberges der Masse, wenn auch nicht immer der Höhe nach beträchtlicher als der über denselben hervorragende. Wenn wir den untergetauchten Theil des Eisberges seinen Fuß nennen wollen, so kann dieser entweder mehr in senkrechter oder mehr in wagerechter Ausdehnung gestaltet sein. Es ist daher ein an einem Eisberge vorbeisegelndes Schiff selbst in einer ansehnlichen Entfernung noch in der Gefahr, mit dem breiten, flachen Fuße desselben zusammen zu stoßen, der von dem Wasserspiegel verdeckt ist.

Es ist schon früher bemerkt worden, daß oft untere Strömungen des Meeres sich des Fußes der Eisberge bemächtigen, und sie gegen schwächere Oberflächenströmungen fortbewegen. Dies geschieht nach den Berichten eines neueren Reisenden oft mit solcher Kraft, daß sich die Eisberge wie das Pflugschar im harten Boden in schneller Bewegung gewaltsam einen Weg durch große Eisfelder bahnen, welche langsam in entgegengesetzter Richtung treiben.

Es läßt sich leicht denken, daß die Eisberge auf ihrer Reise nach südlicheren Breiten ihre Lage nicht immer beibehalten. Die Abschmelzung muß natürlich die Scheidelinie zwischen den unter und über dem Meeresspiegel

befindlichen beiden Hälften eines Eisberges dann fortwährend verändern, wenn die Abschmelzung unter- und oberhalb derselben einander nicht, was nur selten der Fall sein wird, gleich bleibt. Wird in warmen Strömungen und durch Aufstoßen über seichten Stellen oder Anprallen gegen vorübertreibende andere Eisberge, die Masse des Fußes mehr vermindert, als durch Abschmelzung der obere Theil, so muß zwischen beiden das Gleichgewicht gestört werden und der Eisberg in eine geneigte Lage kommen oder wohl auch umstürzen, was bei so gewaltigen Massen eine heftige Aufregung des umgebenden Wassers hervorbringen muß.

Wenn sich eine entsprechende Gestalt des Eisberges mit einer hinreichenden Luftwärme oder mit Regengüssen verbindet, so sieht man zuweilen vom Gipfel eines Eisberges bedeutende Wasserfälle herabstürzen. In der schon mehrmals erwähnten Schrift von Elisha Kent Kane, Arctic explorations, finden sich als Schlußdecorationen der Kapitel mehrere besonders bizarre Formen von Eisbergen abgebildet und auch unter andern der Augenblick, wo nahe bei seinem Schiffe ein großer Eisberg in Stücke bricht und zusammenstürzt.

Die nebenstehende Tafel VII. ist demselben Werke entlehnt.

Wir wissen schon, daß und weßhalb das Eis der Eisberge süßes Schmelzwasser giebt, ebenso wissen wir, daß auch Seewassereis fast ganz frei von Salz ist, so daß also in jenen trostlosen Einöden wenigstens an Trinkwasser kein Mangel ist. Auf der andern Seite dient der Salzgehalt des Meerwassers, den Winter in dem Polarkreise nicht noch kälter sein zu lassen; denn wenn das Meerwasser süß wäre, so würde es sich schneller und in größerer Ausdehnung mit einer Eisdecke überziehen, was wegen des Salzgehaltes weniger schnell und erst bei einer um einige Grade höheren Kälte geschehen kann.

Schon durch die „Seestücke", die man stets häufig in allen Gemäldeausstellungen sieht, erfährt man, daß die Farbe des Meeres nicht in allen Theilen seines ungeheuren Gebietes dieselbe ist. Dazu kommt, daß die verschiedene Beleuchtung und der Winkel, unter welchem wir auf denselben sehen, einen Einfluß auf die Färbung des Meeresspiegels ausübt. Den Einfluß der Tiefe des Meeresgrundes ersahen wir aus der Bezeichnung „blaues Wasser", welche der Seemann dem Wasserspiegel über großen Tiefen beilegt. Und in

Digitized by Google

Digitized by Google

VII.

Eisberge im Polarmeer.

Digitized by Google

der That kann man schon an vielen Stellen der spanischen und südfranzösischen Küste sich den Farbebegriff „blau" nicht leicht zu entschieden vorstellen, wozu man aus Besorgniß vor Uebertreibung geneigt sein könnte und indem man das bekannte zarte „Aquamarin", „Meergrün" für die allgemeingeltende Meerfarbe hält. In Marseille sah ich das Mittelmeer, dessen schöne Farbe allerdings anerkannt ist, entschieden indigblau. Heller fand ich es in dem Golf von Triest, wo man von der Laterne des Leuchtthurms besonders deutlich die sonderbare Erscheinung scharf bezeichneter Farbestreifen wahrnimmt, welche in der übrigen allgemeinen Färbung wie Pfade auf einer Wiese aussehen. An weithin seichten Uferstellen üben die Tange einen färbenden Einfluß. Da viele dieser Pflanzen gesellig wachsen und oft eine Art derselben allein große Flächen des Meeresgrundes überzieht, so giebt das vielen Tangen eigene Grünbraun dem darüber ruhenden Meerwasser seine hindurchscheinende Farbe.

Die blaue Farbe des Meeres kommt übrigens nur durch Masse zur Erscheinung, denn über einer seichten, sandigen Stelle der Küste und zwischen den Klippen des Ufers erscheint es so klar und farblos wie das reinste Quellwasser nur immer erscheinen kann. Selbst in Tiefen von mehr als 100 Fuß erkennt man bei ganz ruhiger See nicht nur die Formen, sondern auch die Farben der auf dem Grunde befindlichen Thiere und Pflanzen ganz deutlich und rein, so daß man, wie z. B. Quatrefages von der sicilianischen Küste sagt, die wirkliche Tiefe anfangs sehr unterschätzt. „Getäuscht durch die wunderbare Durchsichtigkeit", sagt er, „begegnete es mir öfter, ein Seethier ergreifen zu wollen, das nur einige Zoll von der Oberfläche herum zu schwimmen schien". Er fügt hinzu, daß dann der Bootsmann lächelnd mit einem Netze an einer langen Stange seinen Wunsch erfüllt habe. Oft aber bringt die Durchsichtigkeit und Farblosigkeit des Meerwassers eine gewissermaaßen entgegengesetzte Wirkung hervor. Wer über den Rand des Bootes in die ruhige Tiefe blickt, deren Größe er nach der perspektivischen Kleinheit der Dinge am Boden bemessen kann, der wird eben so leicht schwindlich, wie wenn er von einem hohen Thurme durch die Luft nieder auf die Straße blickt. Eine ähnliche Wahrnehmung wird mir unvergeßlich bleiben, welche ich in dem herrlichen Hafenbassin von Cartagena in Spanien machte. Ich stand auf der dicht am Meere hinführenden Straße an einer Brustwehr, welche auf dem harten, das Meeresufer bildenden Kalkfelsen erbaut war. Eben die Härte und die

unentschiedene fleckige Färbung des Felsens machte, daß er nicht, wie es sonst gewöhnlich der Fall ist, durch die Benetzung unterhalb des Meeresspiegels dunkler gefärbt war, als an der Luft, wodurch man sonst leicht die Wassergrenze bezeichnet sieht. Unwillkürlich versetzte mein Auge den Meeresspiegel viel tiefer, als er war, und ein kleiner Fisch mußte mich erst aus meiner Täuschung reißen, den ich plötzlich scheinbar in der Luft vorüberschießen sah. Nun erst bemerkte ich, daß der Meeresspiegel mir viel näher lag und, da er zufällig nicht hell beleuchtet, von mir gar nicht bemerkt worden war. Aufmerksam dadurch fand ich, daß ich daneben Vertiefungen in dem Uferfelsen für trocken gehalten hatte, welche mindestens 3 Fuß unter dem Meeresspiegel lagen.

Wir haben hier, diese Reinheit neben der tief blauen Farbe des hohen Meeres, dieselbe Erscheinung wie am Glase. Ein etwa 3 Zoll langes und 1 Zoll breites Plättchen von Spiegelglas erscheint in der Fläche farblos, sieht man es aber in der Schnittfläche an, so erscheint es grüngelblich oder selbst hell meergrün, und zwar dunkler im Längendurchmesser als im Breitendurchmesser des Plättchens. Wir würden dasselbe sehen, wenn wir so viel Plättchen aufeinander legten, daß sie eine eben so hohe Schicht wie die Breite oder wie die Länge des einen Plättchens bildeten.

Diese ursprüngliche Bläue des Meerwassers scheint außer deren Abstufung durch die Verschiedenheit der Meerestiefe im Wesentlichen überall dieselbe zu sein, denn auch in den polaren Meeren fand man sie eben so schön als z. B. auf dem Mittelmeere. Sie unterliegt aber manchfachen Veränderungen durch Beimengung fremdartiger Stoffe, welche dem Meerwasser ihre eigene Farbe mittheilen. Das rothe Meer und das gelbe Meer erinnern schon in ihren Namen an diese Erscheinung. Außer den beiden Färbungen, welche diese Namen ausdrücken, kommen noch viele andere vor. Es muß einen tiefen unheimlichen Eindruck machen, tagelang ein blutroth gefärbtes Meer zu durchsegeln, was nicht blos im Rothen Meere, sondern auch anderwärts vorkommt. Im Atlantischen Ocean fand sich das englische Schiff „Sulphur" bei den Abrolhos-Inseln mehrere Tage lang in blutrothem Gewässer, von einem mikroskopischen Pflänzchen, dem Trichodesmium Hindsii gefärbt. Ehrenberg und nach ihm Evenor Dupont fanden das rothe Meer in großer Ausdehnung ziegelroth bis blutroth gefärbt durch das winzig kleine Trichodesmium Ehrenbergi oder erythraeum, von welchem erst 40 – 60,000

Individuen einen Würfel-Millimeter bilden würden. Der französische Naturforscher Camille Dareste theilt mit, daß die Farbe des gelben Meeres gleichen Ursprung habe. Dieses Meer zeigt sich bald mehr ins Gelbe, bald mehr ins Rothe gefärbt. Diese Farben findet man aber keineswegs allmälig in einander übergehend, sondern bilden vielmehr scharf begrenzte Platten von großer Ausdehnung, die durch vollkommen klare Zwischenräume getrennt sind. Die rothe Farbe zeigte sich besonders im eigentlichen chinesischen Meere Nan-Hai, von der südlichen Küste China's bis zum Süden der Insel Formasa; die gelbe war im gelben Meere Hoang-Hai, nördlich von Formosa vorherrschend. Dareste und Montagne erkannten in dem braunen Grundschlamme der rothen Meeresstellen ohne alle erdige Beimengungen die Ueberreste des Trichodesmium erythraeum. Dasselbe Pflänzchen färbt auch das Meer von Ceylon, so daß es nicht nur zu den in der ungeheuersten Menge, sondern auch in der weitesten Verbreitung vorkommenden Organismen gehört.

Der Große Ocean hat bei Callao an der peruanischen Küste bis auf eine Tiefe von 800 Fuß eine olivengrüne Farbe, welche von kleinen Thierchen herzurühren scheint, da das Wasser, auf glühende Kohlen gespritzt, einen Geruch wie verbrannte thierische Masse verbreitete. Dieselbe Färbung zeigt ein großer Theil des Grönländischen Meeres, oft nur in einzelnen Streifen, oft auch in 30—40 Meilen weiten Flächen. Hier sind es winzige Quallen, welche das Meerwasser in unermeßlichen Mengen erfüllen, von denen Scoresby berechnet, daß eine einzige englische Quadratmeile an 24 Billionen enthält, was bei einem Flächenraume von 20—30,000 engl. Quadratmeilen eine Summe giebt, welche unsere Zahlen-Vorstellungen übersteigt. Jeder Schluck dieses Wassers, in welchem der Wallfisch am liebsten sich aufhält, giebt ihm eine sich von selbst darbietende Speise. Dieselbe Bedeutung für dieses uns so wichtige Thier hat in der Südsee und im Atlantischen Ocean ein kleines Krebschen, Cetochylus australis.

Einen friedlichen Kontrast zu der blutrothen Färbung des Meeres riefen an der Küste von Guinea und am Cap Palmas kleine Thierchen hervor, welche das Meer in Milch verwandelten.

Was die dabei auftretenden Zahlenverhältnisse betrifft, so geben uns diese Färbungen des Meeres einen Vorgeschmack dessen, was wir in dem Abschnitte über „das Wasser als Wohnplatz für Thiere und Pflanzen" zu

erwarten haben. Unsere Libellen- und Heuschreckenschwärme, selbst unsere Lager von lebender Infusorienerde verschwinden neben diesen Zahlen.

Dasselbe Verhältniß finden wir bei einer anderen Erscheinung des Meeres, von welcher auch das weniger empfängliche Gemüth nicht ohne staunendes Entzücken sprechen kann — bei dem Leuchten des Meerwassers. Auch dieses hängt in der Hauptsache von mikroskopischen lebenden Wesen ab.

Wir müssen uns hier im Voraus recht lebhaft nicht nur an die eben kennen gelernte unermeßliche Lebensfülle des Meeres erinnern, sondern wir müssen auch an eine Lebenseigenthümlichkeit denken, welche den niederen Seethieren in ausgedehnterem Maaße eigen zu sein scheint, als den Land- und Süßwasserthieren. Dies ist die Erscheinung, daß dieselben, bevor sie ihre vollendete Gestalt und Größe erreichen, oft die auffallendsten Formwandlungen zu durchlaufen haben. Es ist namentlich der Norweger Sars und der Däne Steenstrup, welche uns zuerst ausführlicher damit bekannt machten, daß viele niedere Seethiere in dem Verlaufe ihrer Entwickelung ihre Gestalt mehrmals so gründlich ändern, daß ein Unkundiger nimmermehr glauben würde, daß diese verschiedenen Gestalten die Wandelformen eines und desselben Thieres seien. Wenn auch in dieser wunderbaren Erscheinung die Insektenwelt nicht nachsteht, so haben jene Seethiere doch oft das voraus, daß sie in diesen verschiedenen Entwickelungsstufen fortpflanzungsfähig sind, was bei den Insekten bekanntlich erst im vollendeten Zustande eintritt.

Da das Meer für die spähenden Blicke des Naturforschers nur wenig zugänglich ist, und da es nicht weniger schwer hält, niedere Meerthiere vor unseren Augen in Gläsern voll Meerwasser zu erziehen, so ist man in der Gefahr, die in vielen Fällen gewiß schon wirksam gewesen ist, niedere Seethiere mit eigenen Namen in die Register der Wissenschaft einzutragen, die vielleicht nur solche Entwickelungsstufen sind und zu anderen Endformen gehören, die uns vielleicht auch schon bekannt und bereits mit ihren Namen versehen worden sind.

In dieses zweifelvolle Gebiet der niederen Seethiere gehören wahrscheinlich viele, wenn nicht die meisten derjenigen, welche das wunderbare Vermögen haben, den nächtlichen Pfad des einsamen Seglers mit Milliarden blitzender

Funken zu erleuchten; ein Vermögen, von welchem nur geringe Spuren auf die Landthiere übergegangen sind. Wenn der Leuchtkäfer (Lampyris) sein ungeflügeltes Weibchen aufsucht, dessen stärkeres Licht ihm aus dem Grase unseres Gartens entgegenleuchtet, und der Indianer auf seinen nächtlichen Urwaldsgängen sich leuchtende Springkäfer, Elater noctilucus, als kleine Laternen auf seine Fußzehen bindet — si fabula vera est — so sind das für den Landbewohner nur schwache Andeutungen dessen, was der Seemann vor ihm voraus hat.

Man ist jetzt ziemlich einstimmig in der Ansicht, daß alle älteren Erklärungsweisen des Meerleuchtens aufzugeben seien, und daß dieses lediglich durch kleine Thiere und Pflanzen und deren faulende Masse bedingt sei. Da man meist nur bewegtes Meerwasser leuchten sah, so glaubte man, eine solche Erklärung des Meerleuchtens aufsuchen zu müssen, bei welcher die Bewegung des Meerwassers wesentlich maaßgebend sei und dachte zuletzt sogar daran, daß die Reibung des Wassers an den Schiffsplanken dabei als Ursache wirke.

Das Leuchten des Meeres fällt unter den Begriff der Phosphorescenz, wobei man nicht glauben darf, daß dabei stets Phosphor betheiligt sei, jenes chemische Element, welches wir zwar als Gift fürchten, aber jetzt im Streichzündhölzchen zur Erhellung unseres Zimmers ebenso wenig entbehren können, wie es in dem stets phosphorhaltigen Gehirn unentbehrlich zu sein scheint zur Erhellung unserer Geisteswelt durch Gedankenzeugung. Alle Lichterscheinungen, welche wir nicht von einer Flamme und von bemerkbarer Temperatur-Erhöhung begleitet finden, nennt man Phosphorescenz, indem man von der Eigenschaft des Phosphors, ohne Wärmeentwickelung im Dunkeln zu leuchten, den Namen für die gleiche Erscheinung an anderen Stoffen entlehnt. Viele chemische Vorgänge sind von Phosphorescenz begleitet, z. B. das unter gewissen eine große Feuchtigkeit ausschließenden Bedingungen faulende Holz und das Faulen von Seefischen. Manche Stoffe haben das Vermögen, im Dunkeln zu leuchten, wenn sie lange den Sonnenstrahlen (der Insolation) ausgesetzt waren. Wir bemerken einen matten Lichtschein, wenn wir im Finstern Zucker zerbrechen. Die Phosphorescenz der leuchtenden Insekten scheint auf die Begattungszeit beschränkt zu sein. Wir sehen das leuchtende Johanniswürmchen, wie an vielen Orten Deutschlands der Leuchtkäfer genannt wird, eben nur um die Johanniszeit, wo das Weibchen vom Männchen aufgesucht

wird, während es doch wohl auch vorher und nachher in unserer Umgebung sein wird, aber wegen des alsdann mangelnden Leuchtvermögens unbemerkt bleiben mag. So ist es vielleicht zu erklären, daß man sich heute noch über Leuchten oder Nichtleuchten des weltberühmten surinamischen Laternenträgers streiten kann. Der elektrische Strom ist bekanntlich ebenfalls von Lichterscheinung begleitet.

Nachdem in dem lebenden thierischen Organismus, namentlich in den Muskeln, elektrische Strömungen und in der Substanz desselben vielfach Phosphorgehalt nachgewiesen worden ist, so ist die Phosphorescenz bei Thieren, namentlich zu der Zeit, wo der mächtigste der Triebe seine Lebensenergie entwickelt, nichts Auffallendes mehr, wenn auch dadurch deren Wesen noch nicht erklärt ist. Die Phosphorescenz faulender Thierstoffe, vorzüglich der Fische, theilt sich auch dem Seewasser mit.

Was nun die Phosphorescenz der Seethiere betrifft, von denen theils nachweisbar, theils muthmaßlich das Meerleuchten herzuleiten ist, so ist deren Sitz entweder in der ganzen Masse oder in einzelnen Theilen derselben zu suchen. In diesen beruht die Phosphorescenz wahrscheinlich meist, vielleicht sogar immer in einem chemischen Processe, der selbst an lebenden Thieren ein Auflösungsproceß sein kann, da der Sitz der Lichterscheinung bei ihnen meist in dem sie überziehenden Schleime ruht, in welchem fortwährend eine Menge abgestoßener Hautgebilde in Zersetzung begriffen sind. Diese Massen behalten auch nach dem Tode des Thieres lange noch die Leuchtkraft. Bei den Bohrmuscheln (Pholas) leuchtet die ganze Körpermasse, namentlich der Schleim der Körperoberfläche, welche sogar noch leuchtete, als man das Thier in Spiritus gebracht hatte, in welchem der abfließende leuchtende Schleim zu Boden sank. Bei den Rippenquallen, zarten, fast nur gallertartigen Thieren von höchst eigenthümlicher und oft sehr zierlicher Gestalt, liegt das Leuchtvermögen in Reihen von zarten schwingenden Wimpern, womit der Leib streifenweise besetzt ist. Die leuchtenden Ringelwürmer des Meeres, den Tausendfüßen einigermaaßen ähnlich, aus der Familie der Nereiden, haben die Leuchtkraft in den Muskelbündeln der zahlreichen Füßchen, womit sie an den Körperseiten versehen sind. Andere niedere Seethiere und deren Brut, oder ihre sehr abweichenden Verwandlungszustände, sind durch und durch leuchtend, namentlich die Quallen, welche auch am Tage ein prächtiges Farbenspiel ihrer gallert-

artigen Körpermasse zeigen, welche so zart ist, daß sie leider auf keine Weise in Sammlungen aufbewahrt werden können.

Das stärkste Licht bringt ein Seethier hervor, welches darum mit Recht den Namen Feuerleib, Pyrosoma, trägt. Es gehört zu den sogenannten Seescheiden, Tunicaten, und hat die Form eines 6—7 Zoll langen hohlen, verlängerten Kegels, welcher aus zahlreichen, in Kreise geordneten Thieren zusammengesetzt ist, so daß ein solcher Kegel vielmehr eine Gruppe von Individuen, ein zusammengesetztes Thier ist. Die Leuchtkraft findet sich in jedem einzelnen Thierchen in einem röthlich braunen Körperchen seines Innern. Ein Reisender erzählt, daß er in seiner finstern Koje bei dem Lichte von 6—8 Pyrosomen bequem habe lesen können. Sie finden sich im Mittelmeere und in vielen anderen, doch nicht in nördlichen Meeren. In diesen läßt vielmehr vorzugsweise ein stecknadelkopfgroßes Thierchen sein Licht leuchten, die Mammaria scintillans, welches in nicht geringerer Menge als die meerfärbenden das Wasser erfüllt.

Bei diesen und den meisten anderen Leuchtthieren des Meeres ist eine Erschütterung des Wassers erforderlich, um das Licht hervorzulocken, wodurch sich erklärt, daß das Kielwasser und die Brandungswellen das Leuchten vorzugsweise hervortreten lassen. Außerdem scheint bei manchen das Leuchten eine willkürliche Thätigkeit zu sein.

Zu den Leuchtthieren des Meeres gehören selbst einige Krebsthiere und sogar einige wenige Fische. Der stärkste Illuminat unter den Fischen ist ein Haifisch, Squalus fulgens. In ein dunkles Zimmer gebracht, strahlte von seiner ganzen unteren Seite ein grünlicher Phosphorschein aus, welcher dem an sich wahrscheinlich nicht schönen Thiere ein furchtbares Ansehen gab.

Daß die faulenden Leichname nicht blos dieser Leuchtthiere, sondern auch nichtleuchtender, namentlich der Fische, Phosphorlicht entwickeln, ist schon gesagt worden, und wenn in solchen faulenden Massen gewiß oft Phosphor enthalten ist, so läßt sich wohl denken, daß das von der Brandung der Fluth oder von den Rädern eines Dampfschiffes gepeitschte davon erfüllte Wasser leuchtet, während dies ruhiges nicht thut. Humboldt sagt: „Bisweilen erkennt man selbst durch starke Vergrößerung keine Thiere im leuchtenden Wasser; und doch überall, wo die Welle an einen harten Körper anschlägt und sich schäumend bricht, überall, wo das Wasser erschüttert wird, glimmt ein blitzähnliches

Licht auf. Der Grund dieser Erscheinung liegt dann wahrscheinlich in faulenden Fäserchen abgestorbener Mollusken, die in zahlreicher Menge im Wasser zerstreut sind. Filtrirt man leuchtendes Wasser durch enggewebte Tücher, so werden diese Fäserchen und Membranen als leuchtende Punkte abgesondert."

Auch im Pflanzenreiche finden wir Erleuchter des finsteren Meeres, namentlich unter den niedersten Formen der Algenwelt, welche beinahe die alleinige Vertreterin des Pflanzenreiches im Meere ist. Meyen fand in einer Strecke von 140 deutschen Meilen das Meer leuchtend durch Oscillaria phosphorea. Ihre außerordentlich feinen Zellenfädchen fanden sich sternförmig zu mohnkorngroßen Gruppen verbunden.

Das Meerleuchten wird besonders in heiteren ruhigen Nächten beobachtet, da die leicht zerstörbaren Geschöpfe sich vor der Gewalt des Sturmes in die schützende Ruhe der Meerestiefe versenken. Humboldt sah zwischen den Wendekreisen, namentlich bei wolkenbedecktem schwülen Himmel und bei einem bevorstehenden Unwetter das Meer am stärksten leuchten. In der Nordsee tritt die zauberische Erscheinung am häufigsten an klaren stillen Herbstabenden ein. Alle diese Bedingungen lassen sich leicht mit dem Naturell der Leuchtthierchen vereinigen und wir werden dadurch an die Erfahrung der kundigen Angler erinnert, deren Glück gar sehr von den Witterungszuständen abhängig ist.

Uebrigens scheint weder der Wärmegrad noch die geographische Breite einen bedeutenden Einfluß auf das Meerleuchten auszuüben, da man es eben so gut bei großer Kälte wie bei heißer Witterung gesehen hat. Nur von den höchsten polaren Zonen finde ich kein Meerleuchten erwähnt.

Die gern mit dem Makrokosmus und Mikrokosmus spielende Naturphilosophie gefiel sich, den ewigen Wechsel von Ebbe und Fluth mit dem Sichheben und Senken der Brust eines athmenden Thieres zu vergleichen und danach aus der Erde ein athmendes Thier zu machen. Allein wie den meisten dieser recht schön klingenden Vergleiche fehlt auch diesem der treffende Vergleichspunkt und somit der innere Werth. Kaum weniger glücklich ist die Vergleichung mit dem Pulsschlage des thierischen Leibes, denn wie dort liegt das Zutreffende nur in der taktmäßigen, ununterbrochenen Bewegung ohne tiefer eindrigende Verähnlichung.

Die Erscheinung der Ebbe und Fluth beruht darin, daß innerhalb eines Tages, oder genauer 24 Stunden 50 Min. 28 Sec., zweimal der Meeresspiegel einen höchsten und einen tiefsten Stand hat. Dieses mithin ungefähr innerhalb 6 Stunden erfolgende Sinken und Steigen des Meeres geschieht in einer stetigen, nicht sprungweisen Bewegung, und die Zeit, welche der Meeresspiegel auf dem höchsten und tiefsten Stande verweilt, ist nur eine kurze, so daß wir durch Ebbe und Fluth neben den Meeresströmungen eine ununterbrochene Bewegung der gesammten Meeresoberfläche hervorbringen sehen.

Dadurch, daß nicht genau gerade ein Tag, sondern ein wenig mehr als 50 Minuten darüber, den Kreislauf von 2 Fluthen und 2 Ebben bildet, trifft die Fluth- und Ebbezeit nicht auf feststehende Stunden, sondern wenn an einem Küstenorte heute die Fluth um 12 Uhr Mittags eintrifft, so kehrt dieselbe Fluth morgen 12 Uhr 50 M., übermorgen 1 Uhr 41 M. wieder und so fort. Da diese Verspätung der Fluthen den Verspätungen der Mondphasen entspricht, so findet nach Zurücklegung eines Monates die Fluth und Ebbe wieder zu denselben Zeiten statt.

Die Anziehung, welche der Mond und die Sonne auf die Erde ausüben, ist die nicht mehr bezweifelte Ursache der Ebbe und Fluth. Das leichtbewegliche Element des Wassers folgt diesem Zuge und natürlich um so mehr, je näher die ziehenden Mächte der Erde stehen. Der Einfluß des uns näheren Mondes scheint stärker zu sein, als der der Sonne, denn die stärksten Fluthen finden statt, wenn die Erde in der Sonnennähe und der Mond in der Erdnähe steht und zugleich Voll- oder Neumond ist. Die Mondwirkung ist dabei zwei und ein halb mal so stark als die der Sonne, sie verhalten sich also wie 5 zu 2. Stehen nun Sonne und Mond mit der Erde in einer geraden Linie, so summiren sich die Kräfte beider zu Hervorbringung einer besonders starken Fluth, die also, jenes Verhältniß zu Fußen angenommen, 7 Fuß betragen wird. Zur Zeit des ersten und letzten Viertels stehen beide zur Erde im rechten Winkel und die Anziehung der Sonne wirkt der des Mondes entgegen, es muß also der Betrag ihrer Anziehungskraft 2 von dem der Mondanziehungskraft 5 abgezogen werden, so daß die niedrigste Fluth bei dem ersten und letzten Viertel des Mondes nur 3 Fuß beträgt. Die Fluthen zur Zeit des Neu- und Vollmondes heißen Springfluthen, die während des ersten und letzten Viertels Nippfluthen. Zwischen beiden ist der Höhenunterschied oft sehr

beträchtlich, z. B. bei Brest gerade das Doppelte, die der Springfluthen 16 und die der Nippfluthen 8 Fuß.

Da ebensowohl der Mond wie die Sonne nicht immer in gleicher Entfernung von der Erde steht, sondern zu einer Zeit näher als zu einer andern, so finden natürlich zur Zeit der größeren Erdnähe beider bedeutendere Fluthhöhen statt. Dies spricht sich namentlich zur Zeit der Tag- und Nachtgleichen aus.

Wenn zu diesen Bedingungen der Zeit und der Höhe der Fluth nicht noch andere hinzukämen, so würde man beides, das Eintreffen und die Stärke der Ebbe und Fluth für jeden Küstenort genau berechnen und vorausbestimmen können. So weit dies übrigens möglich ist, ist es geschehen, und daher findet man in den Schiffskalendern für jeden bedeutenderen Hafen für das ganze Jahr die „Hafenzeiten" angegeben. Diese anderen Bedingungen, von denen Ebbe und Fluth zum Theil abhängig sein können, sind namentlich der Luftdruck und die Stärke und Richtung der Winde. Vereinigen sich diese beiden bedingenden Einflüsse, weht bei starkem Luftdrucke zugleich ein heftiger Wind der zu erwartenden Fluthwelle entgegen, so kann eine Springfluth fast ganz zurückgehalten werden, während diese, wenn Luftdruck und Windrichtung sich umgekehrt verhalten, auf ihre doppelte Höhe getrieben werden kann.

Es versteht sich von selbst, daß die Beschaffenheit der Küste von bedeutendem Einflusse auf die Erheblichkeit der Fluthwirkung sein muß. Verbindet sich der Barometerstand und ein heftiger Seewind mit einer großen Ebenheit der Küste, so werden die Eingriffe der Fluthwelle in das Land oft zu einer furchtbaren Höhe gesteigert und auf diese Weise sind namentlich an den flachen Küsten von Holland schon mehrmals große Verheerungen angerichtet worden.

Was nun die Art und Weise, gewissermaßen die Form betrifft, in welcher der Meeresspiegel von der Anziehungskraft des Mondes und der Sonne emporgehoben wird, so hat man sich dies nicht so zu denken, als werde das Meer in seiner ganzen Masse emporgezogen und sänke dann ebenso wieder zurück. Könnten wir eine große Meeresabtheilung, z. B. das atlantische Meer, mit einem Blicke überschauen, so würden wir ein System von Riesenwellen sehen, welche sich zwischen Afrika und Amerika ununterbrochen quer über die ganze ungeheure Meeresfläche ausspannen, etwa ähnlich wie im

Kleinen ein Lufthauch eine Folge sanftgekrümmter Wellen über den Wasserspiegel eines Teiches treibt.

Wenn wir auf einem Teiche oder noch besser auf einer flachen Regenlache die Wellen mit dem Auge verfolgen, so sehen wir jede einzelne nach einander an der Leeseite*) derselben ankommen und dort verschwinden, als träten sie dort als unsichtbare Geister von dem Wasserspiegel hinüber auf das Land oder in die Luft. Schon diese letztere Erscheinung sollte uns vor der gleichwohl ziemlich verbreiteten Täuschung bewahren, als nehme die Welle von ihrem Entstehen auf der Luvseite des Wasserspiegels bis an die entgegengesetzte Seite ihr Wasser gewissermaßen mit sich fort. Wenn dem so wäre, so müßte bald alles Wasser des Wasserspiegels an dieser entgegengesetzten Seite sich anhäufen und dann zurückfließen. Daß dies aber nicht ist, lehrt der Augenschein, namentlich wenn der Luftzug nur einen sehr gelinden Druck auf den Wasserspiegel ausübt, oder wenn die Wellen von einem in das Wasser geworfenen Steine erzeugt wurden. Schwimmen auf einer in dieser Weise bewegten Wasserfläche einige Blätter oder Grashälmchen, so sehen wir, das jede Welle unter den Blättern, die wesentlich auf ihrer Stelle bleiben, hingleitet; jede hebt ein Blatt, das auf ihrer Linie liegt, empor und dann gleitet es scheinbar an der äußeren Seite des Wellenhügels abwärts in das nächstfolgende Wellenthal und so fort, bis nach und nach, was aber sehr langsam geschieht, die Blätter an der Grenze des Wasserspiegels anlangen, während in derselben Zeit vielleicht hundert Wellen unter ihnen hinweg geschlüpft sind. Diese Betrachtung lehrt also, daß eine Fluthwelle (die auch nicht das Produkt einer Luftströmung ist), welche jetzt in diesem und nach einer Stunde in einem anderen Breitengrade den Atlant. Ocean quer überschritt, kein Wasser aus dem ersteren in den letzteren Breitengrad mitgebracht hat; das Wasser blieb an beiden Punkten an seiner Stelle. In diesem Sinne ist also eine Welle nicht eine sich fortbewegende Masse, sondern eine in der ruhenden Masse fort-

*) Da ich mich überzeugt habe, daß das „vor“ und „unter dem Winde“ vielfältig mißverstanden wird, so sollte man auch in der Landratten-Sprache „Luv“ und „Lee“ einführen. Die „Luvseite“ eines Schiffes ist diejenige, welche von dem Winde getroffen wird, die andere heißt die „Leeseite“. Daher heißen die östlich liegenden Antillen die luvwärts liegenden Inseln, engl. Windwards-islands weil dort die herrschende Windrichtung aus Osten kommt. Wir suchen auf der Leeseite eines Hauses, einer Mauer Schutz vor einem Sturme.

schreitende Bewegung. Selbst bei dem heftigsten Orkane ist die Welle nichts anderes und darum findet sich ein segelloses, also dem Orkane keine Fläche darbietendes, Schiff nach glücklich bestandenem Kampfe oft beinahe an derselben Stelle, wo es sich bei Beginn des Sturmes befand, während in der ganzen Zeit Welle auf Welle mit der Geschwindigkeit von 20—30 Seemeilen in der Stunde, unter ihm hinweggeeilt ist. Um so mehr werden wir nun zugeben, daß die Fluthwellen, von der ruhig wirkenden Anziehungskraft des Mondes emporgehoben, nichts Körperliches, keine fortschreitende Wassermasse, sondern eben auch nur eine fortschreitende Bewegung in der ihren Ort nicht verändernden Masse ist.

Wäre die Erdoberfläche blos mit Wasser von gleicher Tiefe bedeckt, so würde die Gestalt, Richtung und jede sonstige Beziehung der Fluthwellen lediglich von dem Monde abhängen, und wenn wir von Stunde zu Stunde eine Fluthwelle von dem Monde hervorrufen lassen, so würden 24 solcher Fluthwellen in der Richtung von Ost nach West in 24 Stunden jede den ganzen Erdkreis umrollen und dabei den Meridianen gleichlaufen, also den Aequator schneiden. Der Erdball enthält aber große, in allen Richtungen, wenn auch vorwaltend in der polaren, das Meer durchschneidende Landmassen. Diese müssen zunächst an ihrer Westküste eine andere Beschaffenheit der Fluthwellen wahrnehmen, als an der Ostküste, weil die letztere wegen der Westrichtung der Fluthwellen dieser gewissermaßen einen Damm, an der sie sich bricht, entgegengesetzt, die Westküste dagegen im Schutze liegt, da die an der Ostküste desselben Kontinents anprallende Fluthwelle ihre Bewegung nicht bis zu ihr über das Festland hinweg fortpflanzen kann. Wo der Fluthwelle am wenigsten Widerstand geleistet wird, auf dem weiten offenen Meere, ist der Verlauf der Fluthwelle am ruhigsten, aber, wie wir schon bei der Berechnung der Meerestiefe gesehen haben (S. 245), auch am schnellsten. An der kleinen Insel Otaheiti mitten im großen Ocean ist die höchste Fluth kaum 1 Fuß.

Wir sagen uns leicht selbst, daß die Küstengestaltung einen großen Einfluß auf die Beschaffenheit von Ebbe und Fluth ausüben muß. Durch sie werden die sogenannten abgelenkten Fluthen bedingt. Die Fluthwelle überschreitet die nördliche Hälfte des Atlant. Oceans als ein mächtiger nordwärts gerichteter Bogen, dessen Enden etwa unter dem 18° N. Br. bei den Windwards-Inseln und den Capverdischen Inseln antreffen, während die Spitze

des Bogens in der Mitte zwischen beiden Kontinenten unter dem 28° N. Br. liegt. Nach 2 Stunden ist diese Fluthwelle mit größerer Bogenweite um mindestens 10 Grad nördlicher vorwärts gedrungen und ihr westlicher Theil liegt nun im großen Ganzen der Ostküste Nordamerika's parallel, hat also die normale Westbewegung. Hier trifft sie aber auf die Oeffnung der Fundy-Bai zwischen Neuschottland und Neubraunschweig, welche nach Westen gerichtet ist und sich landeinwärts schnell sehr verengt. An dieser Oeffnung wird die Fluthwelle von ihrer westlichen Richtung in eine fast rein östliche abgelenkt und sie stürzt mit solcher Gewalt die Bai entlang, daß hier die höchste Fluth der Welt entsteht, welche bei Truro, in der Spitze der Bai, oft mehr als 70 Fuß beträgt. Eine der interessantesten Oertlichkeiten hinsichtlich der Fluth bildet die auf einem Felsen in einer weiten Ebene liegende Stadt St. Malo, im Hintergrunde der Bai von St. Michel in Nordfrankreich. Zur Zeit der Ebbe liegt die Stadt weit vom Meere auf dem festen Lande auf einer von zahllosen Klippen starrenden Sandebene. Zur Fluthzeit bildet sie eine Insel, die nur durch einen, eine halbe Stunde langen, aus Quadern erbauten und mit vielen Opfern unterhaltenen Damm, Le Sillon genannt, mit dem Festlande verbunden ist.

Daß Meerengen die Fortleitung der Fluthwellen-Bewegung abschneiden können, ist vom Mittelmeere allgemein angenommen, welches jedoch eine Ebbe und Fluth hat. Sie beruht aber wahrscheinlich mehr auf einer selbstständigen Bildung einer Fluthwelle, als auf einem Eintreten der Atlantischen Fluthwelle durch die Straße von Gibraltar. Mit dieser Vermuthung steht im Einklange, daß Ebbe und Fluth an dem westlichen Ende des mittelländischen Meeres fast ganz verschwindet, dagegen im Hintergrunde des Adriatischen Meeres bei Venedig 6 bis 9 Fuß Fluth-Höhe erreicht. Dies beruht wahrscheinlich auf einer vollständigen nördlichen Ablenkung der Fluthwelle, welche sich im östlichen Theile des Mittelmeeres bildet. In Meerengen, welche durch große Inseln gebildet werden, treffen nicht selten verschiedene Fluthwellen aneinander und rufen dadurch oft gefährliche Strudel hervor. Einer der berühmtesten und der verrufenste, obgleich nach neueren Aussagen mehr als er es verdient, ist der Maelstrom an der Küste des nördlichen Norwegen hinter den Loffoden. Sein meilenweit gehörtes Tosen steigt und fällt mit der Fluth. Man sagt, daß zur Fluthzeit man sich bis auf eine Stunde Entfernung ihm nicht nahen

dürfe und daß Wallfische seine Gewalt nicht besiegen können, sondern von ihm überwältigt werden.

Die ankommende Welle der Springfluthen veranlaßt an breiten seichten Mündungen großer Ströme oft die großartigsten Erscheinungen. Dies ist z. B. an der Seine-Mündung der Fall. Die in den Kanal eintretenden Fluthwellen müssen auf dessen geringer Wassertiefe, je weiter sie in den Kanal eintreten, eine immer langsamere Bewegung annehmen und daher holen die nachfolgenden Wellen die vorausgegangenen zuletzt an der Seine-Mündung ein und schichten sich hier zu einem haushohen Wellenberge übereinander, welcher quer über die ganze Mündung 30—36,000 Fuß lang sich erstreckt und von hier aus mit rasender Schnelligkeit die Seine stromaufwärts fortschießt, die Ufer weit überfluthend. Auf Arago's Rath hat man durch Uferbauten die Seine eingeengt und sie dadurch gezwungen, ihr Bett tiefer auszuwaschen, wodurch das Eintreten der Fluth schneller und gleichmäßiger erfolgt und das Aufschichten der einander nicht mehr in dem Grade ereilenden Wellen verhindert wird.

Oft tritt die Fluth in den Mündungen großer Flüsse weit hinauf, wobei ihre Schnelligkeit von der Gegenströmung des Flusses verlangsamt und überhaupt nach oben hin immer langsamer wird. Um von der Themsemündung bis London zu kommen, braucht die Fluthwelle 12 Stunden, während sie nur eine Stunde mehr bedarf, um von Vandiemens-Land bis zum Vorgebirge der guten Hoffnung zu gelangen. Es macht einen eigenen Eindruck bei Bordeaur, gegen 10 Meilen von der Gironde-Mündung eine so starke Ebbe und Fluth zu sehen.

Die Bedeutung von Ebbe und Fluth für die Schifffahrt, namentlich für das Ein- und Auslaufen der Schiffe ist bekannt. In viele Häfen ist über vorliegende Sandbänke nur zur Zeit der Fluth zu gelangen, daher heißt die Zeit der Fluth, besonders der Springfluth während des Voll- und Neumondes, die Hafenzeit. Das Eintreten der Ebbe erleichtert den Schiffen, namentlich den Segelschiffen, das Auslaufen aus den Häfen.

Um die genauere Kenntniß von Ebbe und Fluth und namentlich des gleichzeitigen Eintretens derselben an verschiedenen Orten hat der Engländer Whewell das meiste Verdienst. Wie wir durch ein Beispiel auf S. 114 Fig. 12 die Isotheren- und Isochimenen-Curven kennen lernten, d. h. eine

Verbindung derjenigen Punkte der Erde durch Linien, welche gleiche Winter- und gleiche Sommertemperatur haben, so hat Whewell auch Ebbe und Fluth-Curven, die er Isorachien nennt, für die ganze Erde entworfen und auf einer Erdkarte verzeichnet. Auf dieser ist das Meer mit gebogenen Linien bedeckt, welche von 1 bis 12, nach den Tagesstunden, bezeichnet sind. Alle auf je eine dieser Linien fallende Punkte der Erdoberfläche haben zu gleicher Zeit Hochfluth, obgleich sie oft sehr weit von einander entlegen sind. So hat z. B. das Cap Hoorn und Cayenne und ein Theil der Senegambischen Küste zu gleicher Zeit, um 8 Uhr, und durch die gleiche Fluthwelle Hoch- oder Sprinfluth. Diese Welle hat demnach eine fast regelrechte Erstreckung von Nord nach Süd und eine westliche Richtung. In ihrer nördlichen Hälfte ist sie jedoch bereits eine stark abgelenkte, wie überhaupt das ganze Fluthwellensystem des Atlant. Oceans ein abgelenktes ist. Die Ablenkung wird durch Südafrika bewirkt und zwischen den Südspitzen von Afrika und Amerika erhält das Atlant. Meer nordwärts immer mehr den Charakter eines von Nord nach Süd sich erstreckenden Kanales, in welchen nordwärts die Fluthwellen immer mehr eine mit den Parallelkreisen gleichlaufende Richtung annehmen müssen, nachdem südlich, von Ost über das Indische Meer herkommend, ihre Richtung die normale polare war und auf dieser breiten Meeresfläche auch sein konnte. Das Atlantische Meer bietet also im Großen dasselbe, was die Fundy-Bai im Kleinen ist.

Als wir in der Wärme die mächtige Triebkraft kennen lernten, welche das Luftmeer in nimmer ruhender Bewegung hält, fanden wir ein gleiches von derselben Macht getriebenes Cirkulationssystem im Meere und im Golfstrome ein Beispiel davon. Wir haben nun auch die übrigen Meeresströmungen näher ins Auge zu fassen, um uns zu überzeugen, daß das Gesetz der Bewegung ein allgemeines ist, eben so sehr im Innern unseres eigenen Leibes herrscht, wie in den unmeßbaren Räumen des Weltalls, wo die geglaubte Ruhe der Fixsterne einer erkannten Bewegung gewichen und der Name Fixstern als ein uralter Irrthum aufzugeben ist.

Wir wissen schon, daß die Meeres- oder pelagischen Strömungen unabhängig von den über ihnen wehenden Luftströmungen sind, höchstens

mit ihnen die gemeinsame Ursache, eben die ausdehnende Wärme haben. Eben so wenig lassen wir uns jetzt beirren durch die kurz vorher gegebene Erklärung der Wellenbewegung, welche durch das an sich auf seiner Stelle bleibende Wasser wandert, wie der Schall die Luft durcheilt, ohne einen Luftstrom, eine Fortbewegung der Luft, zu veranlassen. Die Meeresströmungen beruhen auf wirklicher Bewegung des Wassers, hervorgebracht durch ein gegenseitiges Drängen der durch Wärme ausgedehnten Wassertheilchen.

Die Wirkungen und Erscheinungen einer Meeresströmung, eines in und über Wasser fließenden Wassers, müssen sich viel einfacher und friedlicher gestalten, als das Strömen eines Baches oder Flusses in seinem sehr manchfaltig beschaffenen Bette. Wir können dies selbst an einem Flusse nachweisen. Wenn dieser in einem engen Bette eingeschlossen mit beträchtlichem Falle strömt, so bearbeitet er fortwährend sein Bett, das er vertieft und dessen Steine er abschleift und fortrollt. Wenn er aber in seinem geraden Laufe an einer Stelle sich zu einem kleinen See erweitert, so sehen wir das Wasser des Flusses in der Mitte dieses ruhigen Seespiegels wirkungslos und leicht dahin fließen. Das Flußwasser fließt auf dem Rücken dieser ruhenden Wasserfläche dahin.

Wir wissen bereits, daß durch die ungleiche Erwärmung der Meeresoberfläche die Strömungen des Meeres hervorgerufen werden. Die Strömungen im Meere sind an kein Gefälle gebunden, da wir im Gegentheile erfuhren (S. 110), daß sie sogar zuweilen aus einer tieferen in eine höhere Lage streben. Daselbst erfuhren wir auch, welche Umstände auf die Bildung und Richtung der Meeresströmungen Einfluß haben, zu denen wir nun, nachdem wir die mächtigen Wellen der Fluth kennen gelernt haben, auch diese zählen müssen.

Bei der Entfaltung der Fluthwellen spielten die Festlandsmassen eine störende, ablenkende Rolle, bei den Meeresströmungen sind diese mit die hauptsächlichsten Veranlasser derselben. Ohne Festland und überall von gleicher Tiefe würde das den ganzen Erdkreis bedeckende Weltmeer durch die Axendrehung der Erde im Vereine mit der stärksten Erwärmung zwischen den Wendekreisen eine sehr einfache Bewegung und keine begrenzten nach verschiedenen Richtungen fließende Strömungen haben. Diese Bewegung würde zwischen den Wendekreisen eine westliche, in den höheren Breiten eine mehr östliche sein.

Von welchem Einflusse auf die Bildung und Richtung der Meeresströmungen die Reliefverhältnisse des Meeresbodens seien, ist bei der erst geringen Kenntniß letzterer noch wenig bekannt. Wir dürfen aber vielleicht umgekehrt in manchen Fällen von den sichtbaren Meeresströmungen auf die verborgenen Reliefverhältnisse des Meeresbodens schließen. Wenn wir auch den Einfluß der Luftströmungen auf die der Meeresoberfläche gering nannten, so ist er doch in einigem Grade wirksam, namentlich zwischen den Wendekreisen werden dadurch die Meeresströmungen in ihrer westlichen Richtung unterstützt.

Die Fluthwellen können natürlich nicht ohne Einfluß auf die von anderen Ursachen abhängigen Meeresströmungen sein, beschleunigend, hemmend oder durchkreuzend, je nachdem beide in dieser oder jener Richtung einander begegnen. Der vorher erwähnte Maelstrom an der norwegischen Küste beruht wahrscheinlich auf einer Collision der zurückgehenden Fluthwelle mit einer herrschenden Strömung unter Dazwischenkunft des Nordwestwindes.

Wenn man die 4 Karten des physikalischen Atlas von Berghaus, auf denen die Strömungen des Oceans dargestellt sind, mit der Strömungskarte von Maury in dessen schon mehrmals angeführtem Werke über die physische Geographie des Meeres vergleicht, so bemerkt man zwischen jenen und dieser nicht unerhebliche Abweichungen. Jedenfalls aber ist die viel neuere Maury'sche Karte der schwer genau zu ermittelnden Wirklichkeit näher kommend, und ich halte mich daher in der nachfolgenden Schilderung der hauptsächlichsten Meeresströmungen an diese. Die Karte ist in Mercators Projektion entworfen, d. h. die Erdoberfläche ist nicht, wie es meist geschieht, in 2 Planigloben getrennt, sondern in eine zusammenhängende Fläche ausgebreitet, wobei der Meridian von Paris zum Grunde gelegt ist und die östliche Länge bis zum 120°, die übrigen östlichen Meridiane links den westlichen angefügt sind, so daß also der Ost- und der Westrand der Karte (die man sich natürlich als die polare Theilungslinie der ausgebreiteten Erdoberfläche zu denken hat), etwa das westliche Viertel von Neuholland abschneidet. Bei dieser Projektion überblickt man deutlicher als an Planigloben den breiten Südzusammenhang der großen Meeresflächen, von denen der Indische Ocean an der Ostgrenze, der Atlantische Ocean in der Mitte und der große oder stille Ocean mit der Südsee auf dem westlichen Theile der Karte liegt.

Die Strömungen des Meeres stellen sich auf der Karte zwar wohl oft

gegeneinander scharf begrenzt, aber nur in sehr untergeordnetem Maaße in lange beibehaltener Richtung und sich gleichbleibender Breite dar. Fast alle umfangreichen Meeresströmungen gleichen der Beschreibung, welche oben von der Gestalt des Golfstromes gegeben wurde. Am Beginn schmal und gewissermaßen zusammengedrängt, sei es durch Festlandsmassen, sei es durch ruhende oder gegenströmende Wasserflächen, flattern sie in ihrem weiteren Verlaufe breit auseinander.

Zunächst fällt dem Auge am Aequator und mehr oder weniger weit südlich und nördlich von demselben eine in der Hauptsache von Ost nach West gerichtete Strömung auf. Von dieser allgemeinen äquatorialen Strömung hat derjenige Theil allein den Namen der großen Aequatorialströmung erhalten, welcher zwischen Afrika und Südamerika quer über den Atlantischen Ocean geht. Sie beginnt etwa unter dem Wendekreise des Krebses, strömt in südwestlicher Richtung anfangs längs der afrikanischen Küste gegen die Ostspitze von Südamerika, das Cap St. Roque, wo sie sich spaltet. Die eine Hälfte behält die südwestliche und später fast rein südlich werdende Richtung bei und strömt breit an der brasilianischen Küste hin und bis an die Falklandsinseln an der Südspitze Amerika's. Der andere Arm der Strömung geht vom Cap St. Roque an dem Amazonenstrome vorbei längs der nordöstlichen Küste von Südamerika durch das Caraibische Meer in den Meerbusen von Mexiko, den er ganz umfließt und alsdann als Golfstrom nordostwärts zieht. Die östliche Seite des vom 45° W. L. an bereits sehr breit gewordenen Golfstroms lenkt immer mehr nach Ost und zuletzt nach Süd ein und trifft dann wieder an dem Ausgangspunkte der großen Aequatorialströmung ein, wodurch die S. 112 erwähnte Kreisströmung gebildet wird, in deren Mitte das Sargasso-Meer liegt. Da die Ausgangsstelle dieser Strömung und die erste Strecke ihres Weges unter einer sehr heißen Zone und unter den Aequatorialcalmen liegt, so hat ihr Wasser eine hohe Wärme, welche sich bis zu + 24° R. steigert und diese Höhe fast unausgesetzt beibehält. Wir sehen aus dieser Schilderung, daß der tropische Theil der großen Aequatorialströmung am verworrensten ist, und ich schalte dabei die Bemerkung Maury's ein, daß die tropischen Gegenden des Atlantischen Oceans wie die anderer Meere einen Ueberfluß an entgegengesetzten Strömungen haben, welche der Seemann aller Untersuchungen ungeachtet bisher noch nicht in ein System in der Weise zu bringen vermochte,

daß er jederzeit angeben könnte, wo und wie sie laufen, um sie zu benutzen, oder wenn sie ihm widrig sind, ihnen auszuweichen. Da wir die Wärme als bewegende Kraft der Meeresoberfläche kennen, so ist diese Vielseitigkeit der Meeresströmungen zwischen den Tropen ganz begreiflich. Daß diese Verschiedenheit der Meeresströmungen, namentlich was deren Unter- und Uebereinander betrifft, nächst der Wärme namentlich auch von einer Anhäufung von Inseln unterstützt zu werden scheint, geht aus folgender Beobachtung hervor, welche der Admiral Sir Francis Beaufort im griechischen Archipel machte. „Die Gegenströmungen", sagt der Genannte, „oder die, welche unter der Oberfläche des Wassers zurückfließen, sind auch sehr merkwürdig; in einigen Theilen des Archipels sind sie bisweilen so stark, daß sie der Steuerung der Schiffe hinderlich werden. In einem Falle, als ich bei ruhiger und klarer See" — wir wissen, wie tief in solcher das Auge hinabdringen kann — „das Loth einsenkte, zeigten die Lappen bunten Flaggentuchs, welche ich von 3 zu 3 Fußen an die Leine befestigt hatte, ringsum nach allen Gegenden der Windrose." Wenn wir nun von dieser interessanten Untersuchung annehmen, daß der Beobachter die Lappen, die mit den Strömungen gerichtet sein mußten, bis auf 400 Fuß Tiefe deutlich sehen konnte, und daß nur die vier Hauptrichtungen O. S. W. und N. von den Lappen angezeigt waren (er spricht aber „von allen Gegenden der Windrose"), so wären an dieser Stelle unter dem Boote in der geringen senkrechten Strecke von 400 Fuß gleichzeitig vier einander entgegengesetzte untermeerische Strömungen übereinander vorhanden gewesen.

In dem Indischen Ocean, von Afrika und Asien nach Norden abgeschlossen, muß namentlich in dem weiten, unter dem Aequator liegenden Gebiete eine große Menge stark erwärmten Wassers gebildet werden, welches sich ebenso einen Abfluß suchen wird, wie das im Atlantischen Ocean. Wir finden dies in der That so und finden auch einige Aehnlichkeit in der Landbegrenzung dieses Gebietes des Indischen Oceans. Zwischen den Inseln Sumatra, Borneo und der Halbinsel Malacca finden wir einen ähnlichen Ausgangspunkt für eine Meeresströmung, wie zwischen der Insel Cuba, den Bahama-Inseln und der Halbinsel Florida für den Golfstrom, und es fließt aus jenem Ausgangspunkte auch eine ganz ähnliche Strömung nordöstlich die chinesische Küste entlang, wo Japan die Stelle von Neufoundland vertritt. Im nördlichen Verfolge und namentlich in der klimabedingenden Bedeutung kann man weitere auffallende

Aehnlichkeiten zwischen dieser Strömung des Indischen und des Atlantischen Oceans nachweisen, wobei die Westküste von Nordamerika in klimatischer Hinsicht das Seitenstück zu der europäischen Westküste ist. Ganz ebenso wie wir nahe dem Aequator an der afrikanischen Westküste einen Ausgangspunkt für den großen Aequatorialstrom des Atlant. Oceans fanden, finden wir im stillen Ocean dem Aequator noch näher, nämlich in der Westbucht Mittelamerika's, den Ursprung einer in Einklang mit der bedeutenderen Meeresfläche mächtigeren und noch viel entschiedener westlich laufenden Aequatorialströmung. Diese breitet sich etwa 30 Grad von ihrem Ursprunge noch entschiedener als die Aequatorialströmung des Atlant. Oceans bedeutend aus und strömt in einem großen Theile ihrer Breite südlich, während der andere Theil die Westrichtung beibehält und in der Gruppe der Molukken zum Theil in den vorher beschriebenen Golfstrom übergeht.

Wir finden also die von denselben Hauptbedingungen erzeugten Strömungen von ähnlichen Nebenbedingungen auf gleiche Weise modificirt und ich beschränke mich auf diese wenigen Hauptzüge in dem Circulationssysteme des Weltmeeres, indem ich das weitergehende Verlangen meiner Leser auf Maury und auf den physikalischen Atlas von Berghaus verweise (2. Abth. Karte 3—6). Von den Tiefströmungen kalten Wassers von den Polen her haben wir früher schon mehrmals gesprochen. Wir lernten sie als die Beförderer der Eisberge nach niedrigeren Breiten kennen. Ich führe blos noch einige lehrreiche und wichtige Einzelnheiten aus dem großen und noch lange nicht vollkommen aufgehellten Gebiete der Meeresströmungen an.

Es ist bekannt, daß die Schiffe in Sturmesnöthen und neuerer Zeit auch ohne diese im Interesse der Wissenschaft in fest verschlossenen starken Glas-Flaschen Papiere den Wellen des Meeres zu gelegentlicher Bestellung übergeben. Solche Boten sind häufig aufgefischt worden und aus der Vergleichung des auf den Papieren angegebenen Ortes und Tages mit der Zeit und dem Orte der Auffindung haben sie Vieles beigetragen zur Erkennung der Strömungs-Verbindung entlegener Meere. Eine dem Leben noch näher liegende Bedeutung haben die Meeresströmungen als Verbreiter von Pflanzensamen und als Flößkanäle für Holz, in welcher Beziehung wir sie bei Gelegenheit der Besprechung des Golfstroms und der Korallenriffe bereits kennen lernten. Bis an die deutschen Nordküsten und Inseln werden durch den Golfstrom

amerikanische Sämereien transportirt und an den Orkaden, an der Nordseite von Schottland, werden sie unter dem Namen „Molucca-Beans" als Raritäten gesammelt. Von amerikanischem auf irländischen Boden ist durch den Golfstrom eine in Nordamerika sehr verbreitete Pflanze, Eriocaulon septangulare, verpflanzt worden. Am 2. Juni 1820 landete an der britischen Insel Aran eine Flasche, welche am 20. Jan 1819 in der Gegend der Neufoundlands-Bänke von dem englischen Schiffe New-Castle ausgeworfen worden war. Sie hatte also sehr lange Zeit gebraucht, um diesen nördlichen Theil des Golfstromes, der eine sehr langsame Bewegung hat, zurückzulegen. Eine andere an derselben Stelle ausgeworfene Flasche hatte den Weg bis Bayonne in genau 13 Monaten gemacht.

Selbst der Mensch wird durch die Meeresströmungen zuweilen zu „Reisen wider Willen" gezwungen. Im Jahre 1508 wurde in der Nordsee von einem französischen Schiffe ein kleines Boot mit Männern von auffallender Gesichtsbildung aufgenommen, welche der Beschreibung nach wahrscheinlich Eskimo's waren. Ein anderer solcher armer Teufel, der 1682 allein in seinem schwachen Boote durch die Fluth des Golfstromes von Grönlands Küste entführt worden und bis an die orkadische Insel Eda getrieben worden war, fürchtete die unbekannten Männer der Orkaden doch noch mehr, als das weite Meer, denn er entfloh den Barken, die ihn auffangen wollten und entkam.

Bevor wir uns von dem Salzwasser zu dem süßen Wasser wenden, werfen wir noch einen Blick auf

„Die schwungvoll schönen, schnellen,
Die leichten und lichten Wellen."

Selbst das Große, wenn es in Ausschluß des Wechsels beruht, wird langweilig, und so würden wir auch vom Meere keine begeisterte Schilderung haben, wenn es nicht dann und wann sein ruhendes Wellenvolk zum Aufstand triebe. Ohne Wellen, den so handlichen Reim der Quellen, würden die Fluthen unserer neuzeitlichen Lyrik sicher weniger Strandgut an die überschwemmte Küste der armen Lesewelt zu werfen haben. — Wer kann müde werden, von hoher Küstenstelle aus dem Spiele der Wellen zuzusehen. Wenn ein leichter Luftstrom auf den platten Meeresspiegel drückt, der kaum die Falten unserer Kleider bewegt, so entsteht jenes wunderbare Gaukelspiel, wo ohne sichtbaren Drang nicht weit von der Uferlinie plötzlich eine Welle wie

ein unvermittelt aufblitzender Gedanke auftaucht und auf ihrem langen schmalen Rücken eine weiße Schaumlinie an das seichte Ufer hinausträgt, wo sie plötzlich mit sammt ihrer Last verschwindet, bis ihr bald eben so scheinbar unvermittelt eine zweite und eine dritte folgt. Das ist wie das stille Sinnen eines in die schöne Landschaft Hinausblickenden, in dem bewußtlose Ideenverbindungen ihr buntes Gedankenspiel treiben. Oder wenn der Orkan die fliehenden Wogen weit über das flache Ufer hinausjagt, daß der Fremdling mit Schrecken inne wird, warum der Fischer seine Hütte nicht in bequemere Meeresnähe gerückt hat, denn noch weit hinter der Hütte fühlt er bald den Wasserstaub seine Kleider durchdringen, dessen Salz er auf seiner Lippe schmeckt. Mit Mühe hält er sich aufrecht und kann nicht aufhören, nach den weißen Schaumwellen zu blicken, die der Sturm haushoch an den Strand wirft, wo er mit immer neu ihnen nachgeworfenen sie selbst wieder vernichtet. Der Staunende kann dann wohl einen Augenblick die Natur des Wassers so weit vergessen, sich darüber zu verwundern, daß der Strand, wenn der Orkan zu neuem Wüthen einmal Odem schöpft, nicht mit tausend Trümmern zerschellter Wogen bedeckt ist.

Dennoch wird das Maaß der „bergehoben" Wellen oft überschätzt, namentlich auch derer, die man vom Verdecke eines sturmgepeitschten Schiffes aus sieht und deren Wirkung als eigenthümliches, fast möchte ich sagen süßes Weh die Eingeweide des Ungewohnten durchzieht, sehr ähnlich dem, welches auf der Schaukel im Kinde mit der Freude über die kühnen Luftschwingungen zu einem ängstlichen Jubel zusammenfließt.

Die Frage nach der wirklichen Größe und Gewalt der Meereswellen ist für die Schifffahrt längst von praktischer Bedeutung gewesen, und dennoch erst in neuerer Zeit ein Gegenstand genauerer Untersuchung geworden, nachdem bisher des Seefahrers Entsetzen während der Gefahr und Ruhmredigkeit nach glücklichem Ueberstehen beides arg übertrieben hatte. Es ist in der neuesten Zeit diese Frage bei dem Baue des bekannten englischen Riesen-Dampfschiffes Great-Eastern insofern von unmittelbarer Bedeutung, als man es durch seine Länge dem Einflusse der einzelnen Welle zu entziehen hofft.

Der kühne Wallfischfänger, den wir schon als den ersten wissenschaftlichen Beobachter der Schneeflocken kennen lernten, Scoresby, hat auch den Wellen mitten im heftigsten Sturme eine ruhig messende Aufmerksamkeit

gewidmet. In Folgendem entlehne ich aus zweiter Quelle das, was er selbst davon mittheilt.

„Am fünften Mai Nachmittags 1848," sagt dieser vortreffliche Beobachter, „stand ich bei starkem Winde auf dem Salonverdeck der „Hibernia", dessen Höhe über der Wasserlinie des Schiffes mit Inbegriff meiner Körperlänge bis zum Auge 23 Fuß 3 Zoll betrug. Das Dampfboot folgte derselben Richtung wie die Wellen. Ich erinnere mich nicht, jemals eine schrecklichere See gesehen zu haben, da die Mehrzahl der rollenden Wassermassen eine Höhe von mehr als 24 Fuß erreichte (vom Thal bis zur Spitze des Kammes gerechnet) oder sich mehr als 12 Fuß über das mittlere Niveau des Meeres erhob. Hierauf ging ich auf den Radkasten, der ungefähr 7 Fuß höher war (30 Fuß 3 Zoll vom Meeresspiegel bis zum Auge) und noch immer stieg mehr als die Hälfte der Wellen über meinen Horizont. Oft bemerkte ich lange Wogenreihen, welche ihn so weit überwogten, daß sie, bei etwa 100 Yards Entfernung des Wellenkammes von meinem Auge, einen Winkel von 2 bis 3 Grad bildeten, so daß eine jede sechste Welle ungefähr noch 13 Fuß höher stieg, als das Niveau meines Auges. Zuweilen spritzten sich kreuzende Wellen ihren Gischt noch 10 bis 15 Fuß höher empor. Die durchschnittliche Welle war völlig der Höhe meines Auges auf dem Radkasten gleich — 15 Fuß über der mittleren Meeresfläche —; die größten Wasserberge, ohne die zugespitzten aufspritzenden Kämme mitzurechnen, erhoben sich ungefähr 43 Fuß über den Thalgrund, wo das Schiff im Augenblicke des Beobachtens sich befand."

„Es war eine wundervolle Sturmscene, ein entzückendes Gemälde, namentlich wenn der durch die Wolken brechende Sonnenstrahl hier und da einen Theil des großartigen Bildes auf flüchtige Augenblicke vergoldete."

„Gegen Abend nahm der Sturm an Heftigkeit zu, und am 6. Mai hatte sich der Charakter der atlantischen Wogen unter dem Einflusse eines 36stündigen, heftigen und dieselbe Richtung einhaltenden Windes vollständig entwickelt. Morgens 10 Uhr, nachdem der Sturm schon nachgelassen hatte, setzte ich meine Beobachtungen weiter fort. Ich fand, daß 20 regelmäßig nach einander fortschreitende Wellen immer 5 und eine halbe Minute brauchten, um das Schiff einzuholen, daß sie also in Zwischenräumen von 16 und einer halben Secunde auf einander folgten. Das Schiff war 220 Fuß lang. Die Zeit, welche die Welle brauchte, um von einem Ende desselben zum andern zu

gelangen, betrug ungefähr 6 Secunden. In 16°5 Secunden mußten also 605 Fuß zurückgelegt werden; da aber das Schiff die Wellen etwas schräg durchschnitt, wodurch die Entfernung von einem Ende zum andern etwa 45 Fuß kürzer wurde, mußte die scheinbar mittlere Entfernung der Wellen von einander auf 559 Fuß herabgesetzt werden. Schon früher hatte ich dieselbe nach dem Augenmaße, während das Schiff in einer Höhlung sich befand, auf 6000 Fuß geschätzt."

„In der nämlichen Zeit von 6 Secunden legte aber das Schiff, welches schräg nach Osten segelte, während der Wind aus W=N=W blies, und daher fast dieselbe Richtung wie die Wellen verfolgte, 50,6 Fuß zurück. Diese Strecke, wegen der schrägen Richtung der zwei Endpunkte, auf 231°5 Fuß reducirt, muß also zu den bereits erwähnten 559 Fuß hinzugerechnet werden, so daß die wirkliche Entfernung, welche jede Welle in 16°5 Secunden zurücklegte, nicht weniger als 790°5 Fuß betrug, was für die Stunde eine Schnelligkeit von 172,517 Fuß oder 32°67 englische Meilen ausmacht. Die Wellen hatten durchschnittlich eine Länge von einer Viertel= bis zu einer Drittelmeile."

Wir lernen aus dieser Schilderung, daß man die Höhe der Wellen nicht von dem untersten Punkte des Wellenthales bis zum Schaum=Kamme des Wellenberges messen darf. Nach Abzug des letzteren, welcher theils durch den Zusammenstoß zweier Wellen, theils durch den Sturm gebildet wird, der die oberste Kante von der Welle losreißt, müssen wir die wirkliche Wellenhöhe vielmehr so messen, daß wir uns eine senkrechte Linie von der Tiefe des Wellenthales bis zur Spitze des Körpers des Wellenberges ziehen und diese Linie halbiren. Die Hälfte dieser Linie giebt die wahre Höhe einer Welle über dem ruhigen Meeresspiegel. Immerhin aber ist für die praktische Bedeutung die absolute Höhe vom Thale bis zum Kamme die wichtigere, denn von ihr hängt Gut und Leben der Menschen ab. Aber selbst diese absolute Höhe ist nicht so bedeutend, wie man gewöhnlich annimmt. Während einer sehr langen Fahrt fand die „Venus" die höchste Welle, einschließlich des aufspritzenden Kammes, nur 22 Fuß hoch, was genau zusammentrifft mit einer anderwärts gemachten Beobachtung von James Roß. Im Süden von Neuholland traf die Venus die längsten Wellen, nämlich ungefähr 450 Fuß lang.

Die Stoßkraft und die Schnelligkeit der Meereswellen sind weit

mehr geeignet, Staunen zu erregen, als ihre Größe. Wenn man weiß, daß bei starkem Sturme jeder Quadratfuß der Wellenfläche einen Druck von 6000 Pfund ausübt, so können wir uns über die früher besprochene Umgestaltung der Uferlinien durch das Meer nicht wundern, wohl aber müssen wir die Festigkeit mancher Leuchtthürme bewundern, welche schon seit langer Zeit so furchtbaren Wellenstößen widerstanden haben. Gleichzeitig veranlassen die Leuchtthürme und andern Hafenbauten eben so wie steile Uferklippen eine oft erstaunliche Steigerung der Höhe der Wellen, welche an deren senkrechten Wänden hoch emporklimmen. Dadurch erreichen die Wellen nicht selten eine Höhe von mehr als 100 Fuß. Als wir eine kurze Erwähnung der erratischen Gletscher an die Gletscher der Gegenwart anschlossen (S. 176), erwähnte ich riesenmäßiger Moränenblöcke, welche in der nördlichen ebenen Schweiz und auf den Südabhängen der Juraberge ersichtlich als Abkömmlinge der Berner Alpen abgesetzt waren, und noch früher wurden wir aufmerksam auf die Findlingsblöcke der norddeutschen Ebene. Den Transport dieser wie jener schrieb man früher ziemlich allgemein dem Wasser zu; allein das, was die Wellen des aufgeregtesten Meeres gegenwärtig vermögen, berechtigt wenig zu dieser Erklärung. Der berühmte englische Geologe Charles Lyell, welcher das große Verdienst hat, die Geologen zuerst nachdrücklich darauf hingewiesen zu haben, daß man bei der Erklärung geologischer Erscheinungen vor allen Dingen sehen müsse, wie weit man dabei mit dem Maaße der Naturgewalten auskommen könne, welches dieselben heute noch entfalten, ehe man annehmen dürfe, daß in der Vorzeit unserer Erdgeschichte dieses Kraftmaaß ein bedeutend größeres gewesen sei — bemüht sich auch, nachgewiesene Daten zu sammeln, wo das Meer große Felsblöcke bewegte. Allein dieselben waren nicht der Art, daß sie die eben erwähnte alte Erklärungsweise des Transportes der erratischen Blöcke unterstützen könnten, so daß man heute nicht mehr an der Richtigkeit der früher mitgetheilten Ansicht zweifelt, welche die erratischen oder Findlingsblöcke von schwimmenden Eisbergen und die Blöcke auf dem Südrande des Jura als Moränenblöcke von ehemaligen Gletschern transportiren läßt.

Gleichwohl führt Lyell einige Fälle an, welche die große Gewalt des Meeres beweisen. Ein Block von 8 Fuß 2 Zoll Länge, 7 Fuß Breite und 5 Fuß 1 Zoll Höhe, also von ungefähr 260 Fuß Kubikinhalt, wurde 90 Fuß weit fortgewälzt, ein anderer ziemlich gleicher 150 Fuß weit und zwar berg-

auf. Allein was bedeuten diese Steinchen gegen den Pierre à Dzo (Fig. 26 auf S. 177) und gegen Charpentiers Bloc monstre von 161,000 Kubikfuß? Größere Beweise von der Stoßkraft der Meereswellen lieferten uns (auf S. 252) die bei dem Erdbeben von Lima weit in das Land hinein geschleuderten Schiffe.

Das Fortschreiten der Wellenbildung (die Undulation) findet bei starkem Sturme in reißender Schnelligkeit statt, so daß eine Welle in kurzer Zeit einen großen Raum zu überschreiten scheint. Dies ist aber, wie wir bereits wissen, nur scheinbar; das Wasser, welches die Welle bildet, welche an dem einen Ende des Schiffes ankommt, ist nicht mehr dasselbe, welches scheinbar dieselbe Welle am andern Ende des Schiffes bildet. Es ist blos die unter dem Schiffe liegende Wassermasse von der fortschreitenden Wellenbewegung durchlaufen worden. Sir James Roß berechnete die Geschwindigkeit der Wellenbewegung auf stark bewegtem Meere auf 89 englische Meilen in der Stunde und die Zwischenräume zwischen 2 einander folgenden Wellen auf 1900 Fuß.

Diese Entfernung von Welle zu Welle ist bekanntlich den Dampfschiffen mit Radmaschinen sehr hinderlich, indem die Räder des abwechselnd auf den Kämmen der Wellen schwebenden Schiffes eben so abwechselnd außer Wasser kommen und in der Luft wirbeln. Dies hebt nicht nur für diese Momente die Wirksamkeit der Räder auf, sondern beschleunigt auch die Abnutzung der Maschine, indem wegen des viel geringeren Widerstandes der Luft und des stärkeren des Wassers die Maschine alle Augenblicke in der Stetigkeit ihres Ganges unterbrochen wird. In beider Hinsicht haben die Schraubendampfer einen Vorzug, da die Schraube, die unmittelbar vor dem Steuerruder angebracht ist, fast immer unter Wasser bleibt. Der vorhin erwähnte Great-Eastern will durch seine außergewöhnliche Länge und durch Verbindung von Schraube und Rädern alle diese Uebelstände überwinden. Wenn sich nicht auf der anderen Seite durch kolossale Maschinen die Gefahr des Springens der Dampfkessel vergrößert, so ist nicht zu zweifeln, daß man durch Vergrößerung der Schiffe die Wirkung des Sturmes vielleicht zum großen Theile wird unschädlich machen können.

Jetzt können wir nicht ohne Bangigkeit an die möglichen Gefahren denken, welche eine verwegen scheinende Vergrößerung der Dampfschiffe in ihrem Gefolge haben könnte. Wir dürfen uns aber vielleicht mit Fug an die gleichen

besorglichen Einwendungen erinnern, welche wir Deutschen seiner Zeit gegen die Dampfwagenfahrten erhoben. Ging es doch nicht viel anders der ersten Eilpost. Man darf hier vielleicht drei Parallelen ziehen: Landkutsche und Segelschiff, Eilpost und bisheriges Dampfschiff, Dampfwagen und Great-Eastern nebst Nachfolgern.

Wer keine Kenntnisse in der Mechanik hat, macht sich schwer einen Begriff von der Sicherheit in der Vorausberechnung ihrer Erfolge.

So ist die Zeit vielleicht nicht mehr fern, in welcher der Mensch dem Wasser zwar keine Balken machen, aber wo ein großer Theil des Kontrastes wegfallen wird, welcher in der letzten der an die Spitze dieses Abschnittes gestellten Strophen so ergreifend gemalt ist.

Das Luftmeer, auf dessen Boden das Ameisenheer der Menschen sich tummelt, verlacht zur Zeit noch unsere schwächlichen, vielleicht sehr verkehrten Versuche, uns in ihm zu erheben. Das Wassermeer will uns selbst auf seiner Oberfläche nicht immer dulden, und wenn wir abwärts in seine Tiefe dringen wollen, verweist es uns gebieterisch aus seinem Bereiche in das des anderen. Hinsichtlich des Luftmeeres steht seit Dädalus und Montgolfier immer noch Franklin's Antwortfrage aufrecht: „was nützt ein neugeborenes Kind?“ Hinsichtlich des tropfbar flüssigen Meeres dürfen wir entschieden auf einstige Erfolge des rastlosen Fortschreitens der Naturforschung hoffen.

Das Meer, was ich schon einmal das große Geheimniß nannte, ist dies jetzt nicht mehr in dem Grade, wie für die Zeiten des Aristoteles und Plinius, und aus einer trennenden Kluft ist es schon längst eine verbindende Brücke geworden. Schwankt sie auch, so fordert sie eben dadurch den darüber Gehenden auf, die ihr selbst fehlende Festigkeit und Sicherheit an seine Fußsohlen zu fesseln.

Wenn es uns dennoch nie ganz gelingen wird, unsern Titel: „Herr der Schöpfung“ auf dem Weltmeere zu unmangelhafter Anerkennung zu bringen, und der lauernde Dämon für alle Zeiten seine Opfer fordern wird, so soll diese Voraussicht und Erfahrung, die uns nie „klug machen“ wird, nicht klug machen darf, uns zum Schlusse unserer Meeresbetrachtungen noch an eine Parallele gemahnen. Herkulanum, Pompeji und Stabiä haben sie vermocht, den Menschen klug zu machen? Die drohende und nur an Wenigen ihre Drohung wahr machende Gefahr bleibt nur noch bei zaghaften Gemüthern in

Respekt. Das in gewisser Richtung als warnender Vorwurf angewendete après nous le déluge hat hier seine volle Berechtigung. Wer immer nur an seine Sicherheit denkt, nimmt nicht Theil am Vorwärts der Menschheit und soll auch keinen Antheil an dessen Früchten haben. Kein Schiffbruch ohne Lehre für die Ueberlebenden.

Zweite Hälfte:

Die Gewässer des Festlandes.

Die Quellenbildung: Abstammung des Quellwassers aus dem Luftmeere; örtliche Bedingungen zur Quellenbildung, Fig. 40. 41. 42. 43., Hungerquellen; Artesische Brunnen, Fig. 44.; Thermalquellen oder Thermen, Geysire Islands, Beziehung der Thermen zu dem Vulkanismus; Mineralquellen, künstliche; intermittirende Quellen, Fig. 45. 46.; der Abbé Paramelle; Senkbrunnen, Katabothra, Flußhäupter; Wasserfalle; Bach, Wildbach, Fluß, Strom; Zusammenstellung der Längenausdehnung der bedeutendsten Ströme der Erde; Wasserreichthum der Flüsse; Schwankungen des Wasserstandes der Flüsse Bewegungserscheinungen des fließenden Wassers; Brackwasser; Stromgebiete; Continentalströme; Kanalbau, Bewässerung, Fig. 47.; — Stehende Gewässer des Festlandes: Sumpf, Lache, Teich, See, Zirknitzer See, Alpsee.

„Viribus unitis.“
Oesterreich's Spruch.

Die kleinen Dunstbläschen des Nebels und der Wolke verbinden in immer größeren Kreisen der Vereinigung ihre kleinen Kräfte und bilden zuletzt die lebenweckende Macht, welche die Erdoberfläche durchdringt.

Mit diesen Worten ist zugleich die Frage nach der Abkunft der Gewässer des Festlandes beantwortet. Man fühlt sich zwar manchmal geneigt, die Quellen aus unterirdischen Wasserbehältern hervortreten zu lassen; allein diese, wenn sie vorhanden sind, was nicht in Abrede gestellt werden soll, sind nicht die Ausgangspunkte des Quellenlaufs, sind vielmehr in dem Kreislaufe des Wassers bloß Stationen, auf denen das kreisende Element etwas länger verweilt, als auf seinem flüchtigen Wolkensitze. Wir haben im Wasser Eigenschaften kennen gelernt, wodurch es zum gefügigsten, sich in alle Verhältnisse schickenden, zum Alles durchdringenden und dennoch an nichts untrennbar sich

kettenden Wesen wird, vor anderen Stoffen mit der Fähigkeit begabt, mit Leichtigkeit eine der drei Gestalten anzunehmen, in denen die Körperwelt erscheint, bald als die Luft an Leichtigkeit überflügelnder Dampf, bald als flüssiger Tropfen, bald als felsenbildendes Eis. Hier schreitet es stolz als gebietender Strom durch das offene Land, dort versteckt es sich im Holze unserer Hausgeräthe, auf deren Trockenheit wir schwören möchten, oder in dem glasritzenden Krystall, daß es der Gewalt des Feuers oder der Kunst des Chemikers bedarf, den verborgenen Kobold hervorzuziehen.

Im Meere trat uns das Wasser in seiner überwältigenden Größe und Offenbarkeit entgegen, als Wasser des Festlandes zertheilt es sich millionenfach in scharf begrenzte kleine Gebiete und ist dabei doch selbst unbegrenzt, denn spannt sich nicht zwischen dem Quellenfaden unseres Waldgebirges und dem fernen Amazonenstrome in ununterbrochenem Zusammenhange das ewig feuchtigkeithaltige Luftmeer aus? Darum dürfen wir es sagen und müssen uns jetzt als Vorbereitung auf den folgenden Abschnitt daran erinnern, daß, wo wir auch uns befinden, wir von Wasser umgeben sind, und daß wir es unangenehm empfinden, wenn der feuchtigkeitarme Ost unsere Haut austrocknet und unsere Lunge krank macht.

Denken wir an die geologische Herkunft des Wassers, wie wir sie auf Seite 264 andeuteten, so können wir nicht an Wasser glauben, was ursprünglich der Erdrinde eigen und von der später gebildeten Dampfatmosphäre und dem daraus niedergeschlagenen Urmeere unabhängig wäre. Das Wasser, was siedend aus den Tiefen der Erdrinde aus der Nachbarschaft vulkanischer Gluth heraufsprudelt, es kann dennoch dort nicht geboren sein, es konnte nur auf Umwegen, deren dem Wasser keiner zu lang und zu beschwerlich ist, dahin gelangen.

Die Formen, unter denen das Wasser aus dem Luftmeere sich niederläßt auf das Erdenrund, um dort längere oder kürzere Zeit, aber niemals dauernd zu verweilen, sind uns bekannt. Wir kennen auch durch alljährlich sich erneuenden Wechsel den Rückzug der atmosphärischen Niederschläge in die an Größe so verschiedenen Räume im Innern der Erdoberfläche und folgen ihm darum jetzt dahin nicht. Wir suchen aber nach den Punkten, wo das unverlorene und unverlierbare wieder erscheint als nie ausbleibender Tröster für das schmachtende Leben; denn bis zu diesen Punkten sind die Wege des Wassers

oft verborgen und verwickelt, daß uns die erfahrene Wissenschaft als Wegweiser dienen muß.

Es giebt wenig Wörter in den Sprachen der Menschen, bei deren Nennung so viele und so tiefe Gedanken über uns kommen, als das Wort Quelle. Der Verschmachtende sieht darin die Bedingung neuen Lebens und auch ohne diese zwingende Mahnung, wer könnte an eine Quelle denken, ohne sich darin das heitere Bild frischer Ursprünglichkeit und Lebensfülle zu veranschaulichen? Darum ist sie auch bildlicher Ausdruck jeglichen Ausganges zu einer Folge in sich verbundener Erscheinungen geworden.

Wir beginnen daher die Betrachtung der fließenden Gewässer des Festlandes mit den Quellen.

Ueber den Zusammenhang der Quellen mit den atmosphärischen Niederschlägen waren schon in den ältesten Zeiten viele unbefangene Beobachter mehr oder weniger klar, selbst als man noch nicht messend nachgewiesen hatte, daß eine Gegend in demselben Maaße mit Quellen gesegnet ist, in welchem sie von Regen, Schnee und Thau befeuchtet wird, und daß die regenlosen Gebiete arm an Quellen oder ganz davon entblößt sind. Vitruv (unter Cäsar und Augustus) ist der älteste Schriftsteller, welcher die atmosphärische Abstammung der Quellen bestimmt und ohne Vorbehalt ausspricht. Er mochte als Baumeister die beste Gelegenheit gehabt haben, bei Grundgrabungen sich von dem wahren Sachverhältnisse zu unterrichten.

Gleichwohl sind bis in die neueste Zeit andere Erklärungsweisen des Quellenursprungs geltend gemacht worden, welche zum Theil sehr gesucht und sogar widernatürlich sind. Unter den Neueren hat namentlich Mariotte durch sorgfältige Untersuchungen im Stromgebiete der Seine nachgewiesen, daß die in diesem alljährlich fallenden atmosphärischen Niederschläge mehr als ausreichend sind, das Wasser zu ersetzen, welches die Seine in das Meer schafft.

Der Haupteinwand, den man lange der richtigen Auffassung entgegengestellt hat, sich dabei auf die Erfahrungen der Gärtner und Landleute berufend, ist die Erscheinung, daß man selbst nach den anhaltendsten Regengüssen, ja selbst nach einem langen schnee- und regenreichen Winter den lockern humusreichen Erdboden nur wenige Fuß tief durchfeuchtet und unter diesem kein durch ihn hindurchgegangenes Wasser fand, worüber namentlich de la Hire Untersuchungen anstellte, welche sich alle dahin vereinigten, die praktischen Erfahrungen

des Landbaues zu bestätigen. Allein man fand durch vergleichende Beobachtungen bald, daß das lockere Erdreich gerade am wenigsten einem tiefen Eindringen des atmosphärischen Wassers günstig sei. Dazu kommt, daß der Humus des Ackerbodens, namentlich die Modererde, sehr viel Wasser aufnehmen kann, und dennoch trocken erscheint, daß es also sehr stark und anhaltend regnen muß, wenn ein Ueberschuß von Wasser zum tieferen Eindringen übrig bleiben soll. Wir erinnern uns, daß ein starker Sommerregen in Norddeutschland in 24 Stunden kaum 1 Zoll hoch Wasser giebt (S. 67), wovon natürlich selbst durch eine nur wenige Zoll dicke Dammerdeschicht nichts in größere Tiefe dringt, das im Gegentheile in dieser festgehalten und zum großen Theile durch Verdunstung und durch das Bedürfniß der Pflanzen aufwärts entführt wird. In dieser wasserhaltenden Kraft der Dammerde liegt ja gerade der Vorzug vor Sand oder vor rohem steinigen Boden für den Pflanzenbau. Es sind demnach nicht die lockeren Erdschichten das Eingangsthor für das versinkende Regenwasser, sondern die zerklüftete Oberfläche der Gebirge, schuttiges Land, Sandboden. Von hier sickert das schmiegsame Wasser auf den Klüften und Fugen der festesten Gesteine bis in große Tiefen, wo es dem Bergmanne überall begegnet und nicht selten die wasserhebenden Maschinen verspottet, so daß die Gruben „ersaufen". Aber selbst in Gebirgen ohne sichtbare Klüfte und zwar immer am meisten in den tiefsten Gruben zeigen sich die Gesteine feucht, was ihre dunklere Färbung zu erkennen giebt, durch welche sich jeder neu aufgestürzte Karren auf der wachsenden Halde zu erkennen giebt. In schweigsamer Nacht, fern von dem segenspendenden Luftmeere dringt die Kunde des Regens, der oben die Erdoberfläche trifft, dennoch bis zum Bergmann hinunter. Man hat dies bis zu 2000 Fuß Tiefe beobachtet und dabei das aus den Gesteinsklüften hervorsickernde Wasser zuerst in den oberen und dann nach einigen Tagen in immer tiefer gelegenen Etagen wahrgenommen. Im Sommer, wo die Wärme und die Pflanzenwelt von dem fallenden Regenwasser einen großen Antheil trinkt, wirkt ein starker Regen auf die tiefen Gruben weniger, als im Winter ein geringer, wo jene vermindernden Ursachen wegfallen.

Diese Wahrnehmungen haben schon von Alters her den Bergmann veranlaßt, seine Gruben nicht ins Innere klüftiger Gebirgsarten oder in die Nähe von Thälern zu führen und er leitet an der Oberfläche durch Fluthgräben mit starkem Gefälle die „Tagewasser" aus dem Bereiche der Gruben hinweg,

um ihnen keine Zeit zum Versinken und Durchnässen seiner Gruben zu gestatten.

Ein anderer Einwand gegen den atmosphärischen Ursprung der Quellen beruht geradezu auf einer Umkehr des wahren Sachverhaltes. Man sagte, die in den Alpen entspringenden Flüsse, Rhein, Po, Inn, Rhone und andere, seien im Winter, wo doch kein Schmelzwasser und kein Regenwasser deren Quellen speise, wasserreicher als im Sommer. Allein es ist gerade umgekehrt, und am Rheine ist es z. B. jedem Anwohner desselben oberhalb des Bodensee's bekannt, daß er bei anhaltender Wärme durch großes Abschmelzen der Gletscher wächst, während andere, nicht alpengeborene Flüsse dann immer wasserärmer werden. Darum ist der Wasserstand des Bodensee's im Juni und Juli durchschnittlich 6 Fuß höher als im Winter, ein Ueberschuß, der fast allein vom Rheine herrührt. Die Alpenführer nehmen auf ihren Touren nicht selten sogar auf die Tageszeit Rücksicht, indem sie wissen, daß der oder jener Alpenbach bei Tagesanbruch fast trocknen Fußes zu überschreiten ist, während er in den ersten Nachmittagsstunden nicht passirt werden kann.

Neben diesen wie wir gesehen haben nicht stichhaltigen zwei Haupteinwänden gegen die richtige Erklärung der Herkunft des Quellwassers haben sich mancherlei positive Erklärungen geltend machen wollen, die ich nur zum Theil kurz anführen will, da sie sich leicht widerlegen lassen. Dahin gehört namentlich die Ansicht, daß das Quellwasser das Erzeugniß der Destillation großer unterirdischer Wasservorräthe durch das Centralfeuer sei; ferner die Hebung des unterirdischen Wassers durch die Haarröhrchenkraft (S. 25) und durch die Heberkraft feiner Röhrchen im Erdboden, welche mit dem Meere zusammenhängen sollten. Die letzten beiden Erklärungen beruhen allerdings auf wirklich vorkommenden Thatsachen, allein dieselben sind keiner solchen Verallgemeinerung fähig, um damit die Quellenbildung allgemein erklären zu können. Die Haarröhrchenkraft rief man namentlich zu der Erklärung von Quellen auf hohen Bergen unweit von dem Gipfel zu Hülfe. Allein auch hier ist der atmosphärische Niederschlag nicht gering, und mehrere solche Quellen fand man gleichen Schrittes mit nasser oder trockner Witterung reicher oder ärmer an Wasser werden. Immerhin beruht jede Erklärung, welche die Quellen nicht von dem atmosphärischen Wasser herleiten will, auf der Voraussetzung eines ursprünglichen, gewissermaßen eines Urwassers in den Tiefen der Erd-

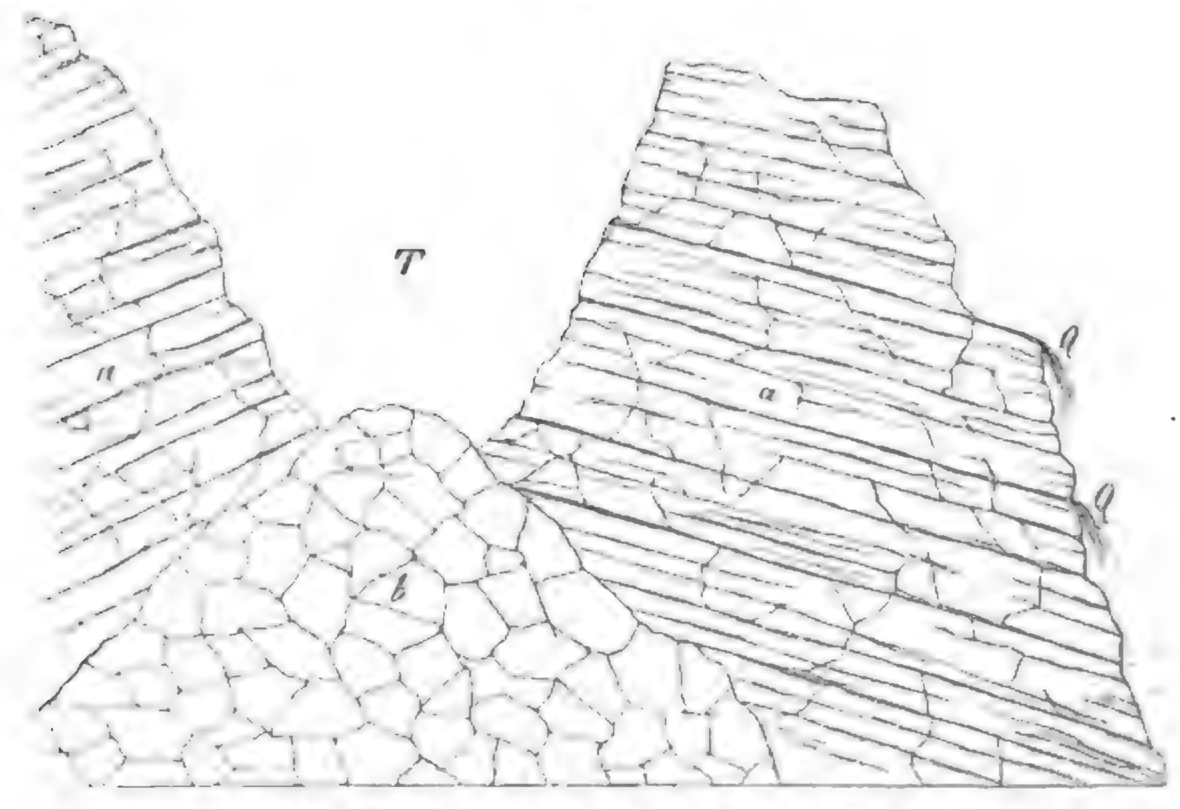
rinde, welche mit der gangbaren Theorie der Erdbildung durchaus unvereinbar ist.

Die Abstammung der Quellen von atmosphärischem Wasser als erwiesen betrachtend, wenden wir nun unsere Aufmerksamkeit auf die *örtlichen Bedingungen zur Quellenbildung*.

Voran müssen wir die nahe Beziehung zwischen dieser und dem Bau der Erdrinde stellen. Wir wissen, daß die Felsmassen sich in geschichtete und ungeschichtete unterscheiden, und wenn auch beide zur Verbreitung des Wassers in den beiden gleich zukommenden Klüften geeignet sind, so liegt es doch auf der Hand, daß die geschichteten Felsarten durch die ihnen vor den anderen zukommenden Fugen zu einer Leitung nach einer gewissen Richtung, nämlich der ihrer Schichtung, geeigneter sein müssen, als die ungeschichteten. Dieses Verhalten übt einen sehr bemerkbaren Einfluß aus auf den Wasserreichthum eines Thales, dessen Bergwände von Schichtgesteinen gebildet werden. Früher erfuhren wir, daß die Schichtgesteine nur selten in der ursprünglichen horizontalen Lage ihrer Ablagerung geblieben, sondern im Gegentheile durch eruptive Massen- oder ungeschichtete Gesteine vielfach gehoben, durchbrochen und ihre Trümmer in geneigte Lagen gebracht worden seien (S. 126 f.). Sehr viele Thäler, Längen- wie Querthäler, sind auf diese Weise entstanden, was uns Fig. 40. deutlich machen soll. Wir sehen einen Querdurchschnitt durch ein Längenthal, welches zu den sogenannten Erhebungsthälern gehört, weil es eben dadurch entstand, daß ein aus dem Erdinnern emporsteigendes Massengestein b ein darüber horizontal abgelagertes Schichtgestein durchbrach und die dadurch gebildeten beiden Hälften dieses etwas emporhob und in eine schräge, beiderseits nach links und rechts abfallende, Lage brachte aa. Der Buchstabe T bezeichnet den Querdurchschnitt des dadurch gebildeten Längenthales. Diese Art der Thalbildung kann uns etwa der Haken des Ackersmanns veranschaulichen, welcher nicht wie der Pflug die Schollen des Bodens umstürzt, sondern zu beiden Seiten der Furche, welche das Längenthal vorstellt, nur etwas emporrichtet. Es ist leicht einzusehen, daß die Schichtenfugen*) der aus ihrer

*) Unter Schichtenfugen versteht der Geolog die Grenzen, wodurch die einzelnen Schichten eines Schichtensystemes von einander getrennt sind. In diesen Schichtenfugen liegt zwar eine Schicht fest auf der andern auf, aber diese sind in ihnen nicht mit einander verbunden und gestatten dem Wasser das Eindringen. Eine Anzahl Glastafeln über einander gelegt

Fig. 40.



Einfluß der Schichtenlagerung auf den Austritt der Quellen, Q Q.

horizontalen Lage gebrachten beiderseitigen Wände des Schichtensystemes in eine einwärts auf- und auswärts abwärts geneigte Lage gerathen mußten. Dies veranschaulichen uns an Fig. 40 die schrägen Linien in den beiden querdurchschnittenen Schollen des durchbrochenen Schichtensystems; diese schrägen Linien sind die Schichtenfugen. Außer diesen Schichtenfugen sehen wir die einzelnen Schichten noch von unregelmäßigen Linien durchzogen. Dies sind die Klüfte, welche theils durch Druck, welchen die über einander liegenden Schichten auf einander ausübten, theils durch ungleichmäßige Zusammenziehung beim Erhärten und Austrocknen entstanden. Da nun diese Fugen und Klüfte die Bahnen sind, auf denen sich das eindringende Regenwasser bewegt, so können wir uns beim Anblicke unserer Figur leicht denken, daß das Thal T ein wasserarmes sein müsse. Wenn auch auf den Klüften jeder einzelnen

---

würde uns ein Schichtensystem veranschaulichen. Jede Tafel stellt eine Schicht und die Berührungsflächen je zweier die Schichtenfuge dar. Die verschiedenen oft von einander durch Masse, Farbe, Härte u. dergl. verschiedenen Schichten eines Schichtensystems lassen sich dadurch erklären, daß in dem langen Zeitraume der Ablagerung desselben mehrmalige Unterbrechungen und Wechsel in der Art der sich ablagernden Massen eingetreten sind.

Schicht das Wasser in unregelmäßigen Zickzackbewegungen abwärts strebt, so wird es doch von der nächst unteren erreichten Fuge beiderseits nach der Außenseite der das Thal bildenden Höhenzüge gewiesen, und es können nur an diesen Seiten Quellen zu Tage treten, was die Buchstaben Q Q anzeigen.

Man nennt diese schräge, mit der horizontalen verglichene Richtung der Schichten das Fallen oder Einschießen derselben, und diejenige Richtung, welche nach der Orientirung (S. O. W. N.) bestimmt und mit dem Meridian des Ortes verglichen wird, das Streichen. Man sagt daher z. B. ein Schichtensystem streicht von Süd- ost nach Nordwest (was eben so viel heißt, als: eine Bergwand erstreckt sich von Südost nach Nordwest) und fällt unter 70 Grad (nach S. W. N. oder O.) ein.

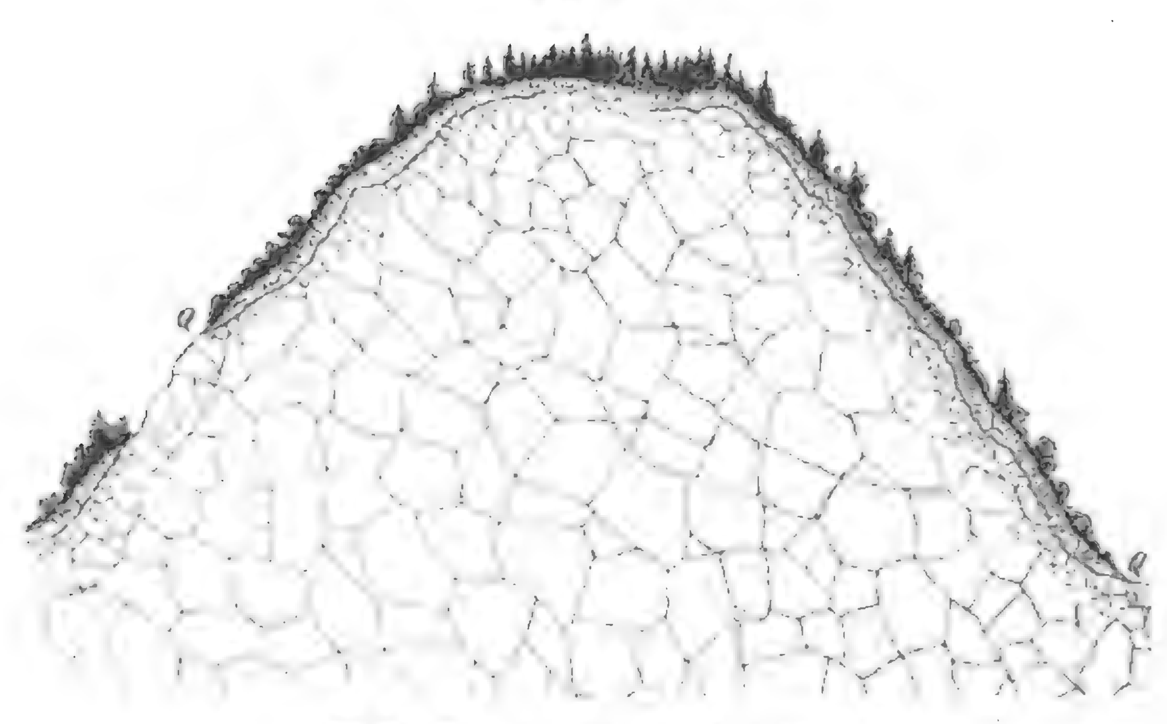
So sehen wir denn die Verbindung und die Lagerung der verschiedenen Gebirgsarten, aus denen die Erdrinde zusammengesetzt ist, in großem Maaßstabe sich betheiligen an der Quellenbildung und meine Leser und Leserinnen werden fortan auf Berg- oder Alpenreisen in vielen Fällen nach einem Blicke auf die Felswände sich erklären können, weshalb sie ein Gebirgsthal arm oder reich an Quellen und demzufolge die Abstufungen seiner Felswände kahl oder mit Pflanzen geschmückt finden, welche dort in reicher Fülle in den Ritzen der Fugen und Klüfte wurzeln, aus denen Feuchtigkeit heraustritt.

Nach dem, was auf S. 126 über den Einfluß der Schichtenlage auf die Verwitterung gesagt wurde, können wir uns jetzt leicht denken, daß aus Felswänden, welche aus horizontal, „söhlig", gelagerten Schichten bestehen, wenn diese namentlich nicht sehr klüftig sind, wenig Quellen heraustreten werden, weil die oberste Schicht gegen den fallenden Regen für alle unteren gewissermaßen ein schützendes Dach ist.

Wir betrachten nun mehr im Besonderen die örtlichen Bedingungen der Quellenbildung, welche nicht allein in der Lagerung der Gebirgsmassen beruhen. Dabei finden wir den Wald, den ich schon früher als einen Quellenbildner bezeichnete, in vielen Fällen sehr betheiligt.

Figur 41 stellt einen senkrechten Durchschnitt durch einen bewaldeten Berg von ungeschichtetem oder Massengestein, etwa Granit, vor. Wie an Fig. 15. (S. 130) sehen wir unter der Bewaldung, ehe wir auf den festen Felsen kommen, eine bedeutende Schuttlage, gebildet aus der obersten durch Verwitterung in große und kleine Trümmer aufgelösten Schicht des Granites.

Fig. 41.

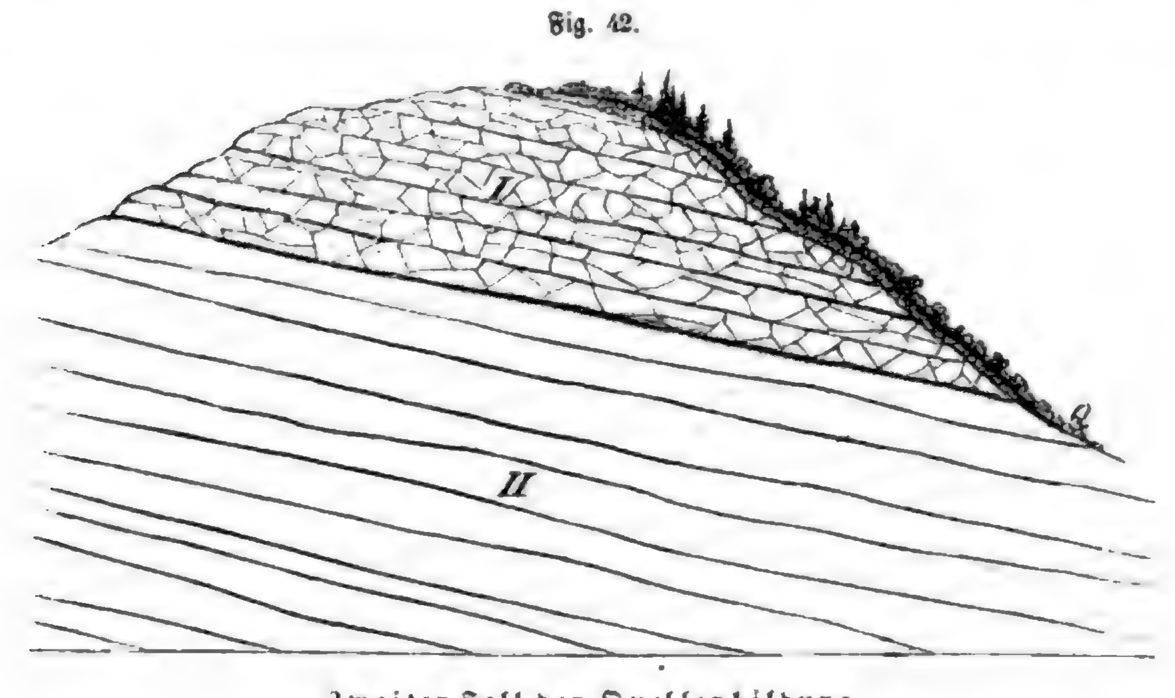


Erster Fall der Quellenbildung.
Q Q Austrittspunkte der Quellen.

Diese Schicht geht nach oben allmälig in die Humuserde über, die auf allen Waldbergen stets reich an verrotteten Holzstückchen und meist mit zahllosen Moospolstern und Rasenstöcken locker verhüllt ist, wie es auf S. 129 geschildert wurde. In solchem Boden kann es den Regentropfen und dem Schmelzwasser nicht schwer werden einzudringen und sie thun dies, bis sie auf immer feinere Klüfte kommen. Fände dieses Eindringen in die Gesteinsklüfte nicht an einem frei stehenden Berge, wie an unserer Figur, sondern an einer Stelle einer großen Gebirgsmasse statt, so würde es nach den auf den vorigen Seiten mitgetheilten bergmännischen Erfahrungen immer tiefer und tiefer gehen, bis endlich das Wasser vielleicht nach meilenweiten Umwegen irgend wo in einem Thaleinschnitte oder am Fuße des Gebirges wieder als Quelle zu Tage kommen würde. An unserem freistehenden Berge aber ist der Weg kürzer und einfacher. Das Wasser zieht nicht tief in die Klüfte, sondern bleibt in und unter der Schuttlage in der obersten Schicht des gesunden Gesteins und kommt an der linken Seite schon unter der Mitte der Berghöhe an die kahle Stelle, wo es bei Q als Quelle zu Tage tritt. An der andern Seite, die bis in das Thal bewaldet ist, liegt der Quellpunkt tief am Fuße des Berges bei Q.

Eine andere Bedingung zur Quellenbildung sehen wir an Fig. 42., ebenfalls eine Durchschnitts-Ansicht. Eine Höhe ist in ihrer unteren Hälfte (II)

Fig. 42.



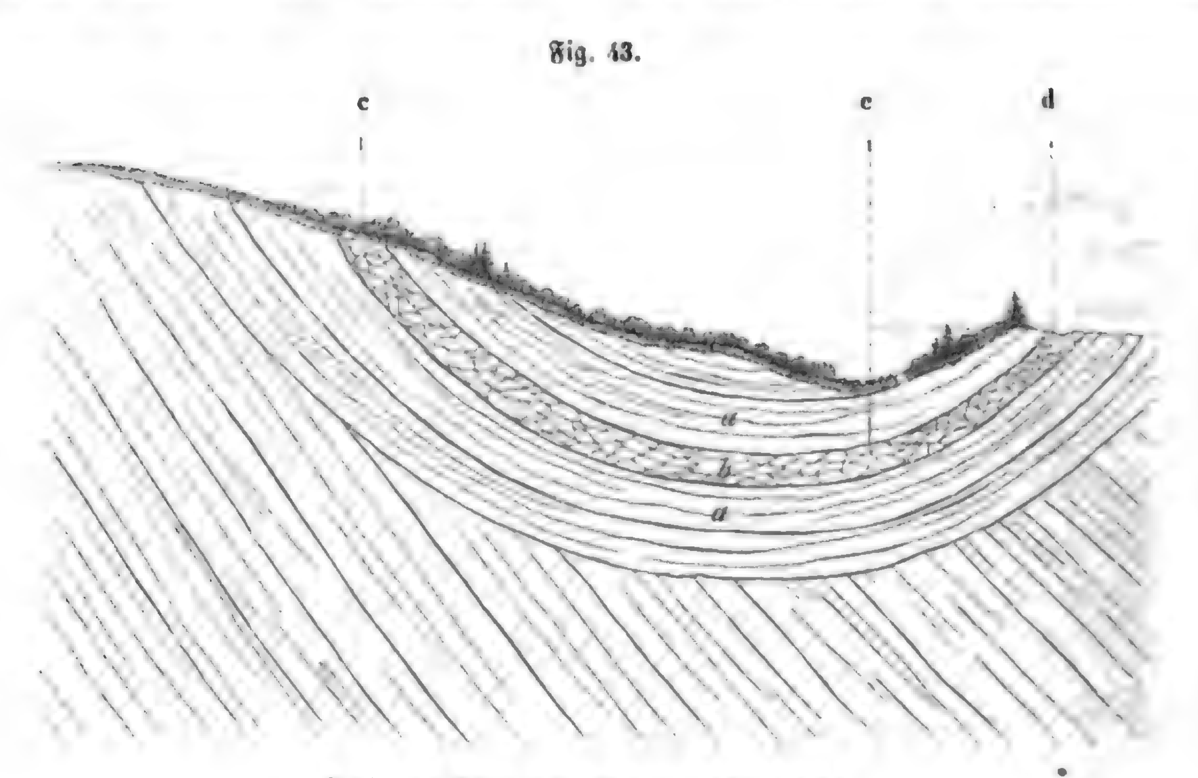
Zweiter Fall der Quellenbildung.
Q Austrittspunkt der Quelle.

aus undurchlassenden Felsschichten, dagegen aus klüftigen durchlassenden in ihrer oberen Hälfte (I) zusammengesetzt. Zugleich sind beide übereinstimmend von links nach rechts geneigt, und wir werden deshalb an der linken Seite keinen Quellenaustritt zu erwarten haben. Die rechte Seite des Abhanges ist bewaldet und also zur Ansammlung von atmosphärischem Wasser noch mehr geneigt, als an der entblößten linken Seite, wo ein großer Theil desselben abfließen wird, ehe es von den hier ausgehenden Fugen und Klüften aufgenommen wird. Der Punkt des Quellenaustritts ist demnach hier mit Nothwendigkeit bei Q zu suchen, da das Wasser von der Fuge an, welche die durchlassenden und die undurchlassenden Schichten trennt, in letzteren nicht noch tiefer abwärts dringen kann.

In diesen beiden Fällen fand der Austritt der Quellen ohne großen hydrostatischen Druck statt, es war beinahe nur ein einfaches Ausfließen an dem untersten Punkte eines abwärts gerichteten Wasserlaufes. Das Verhältniß wird verwickelter, wenn die Quelle das Erzeugniß einer zwischen undurchlassenden, wasserdichten, Schichten eingeschlossenen wasserhaltigen Schicht ist, welche letztere an irgend einem hoch gelegenen Punkte zu Tage ausgeht und

dadurch fähig ist, das Regenwasser aufzunehmen. Dieses Verhältniß bringt ein förmliches Anstauen, ein Zusammenpressen des Wassers mit sich. Wir sehen es in Fig. 43. veranschaulicht. Ein muldenförmiges Schichtensystem

Fig. 43.



Dritter Fall der Quellenbildung.
a undurchlassende Schichten, b wasserhaltige Schicht einer Schichtenmulde, c Eintrittsstelle des atmosphärischen Wassers, d Quellpunkt, e Artesischer Brunnen.

undurchlassender Schichten aa schließt eine wasserhaltige Schicht b ein und die eine Seite des Querschnittes dieser Schichtenmulde, die linke, steigt höher an, als die andere. Das Wasser, was links von dem höchsten Punkte c der Schicht b aufgenommen ist, sinkt in ihr abwärts, und da es nicht ausfließen kann gegenüber bis bei d auch wieder aufwärts und findet hier seinen Quellpunkt. Die hier ausfließende Quelle kommt also auf einer Anhöhe aus ebenem Boden hervor und zwar mit einer gewissen Gewalt, denn der Druck der ganzen zwischen den wasserdichten Schichten eingeengten Wassermasse lastet auf ihr. Wäre der Punkt c noch höher über dem Austrittspunkt d gelegen, und das wasserhaltige Gestein weniger eine Schicht als vielmehr eine Ader und auf ihrem ganzen Verlaufe bis zu Punkt d durchaus kein Ausweg vorhanden, so würde die Quelle an diesem Punkte sogar über die Oeffnung emporspringen, sie würde ein natürlicher Artesischer Brunnen sein. Die dargestellte Oertlichkeit würde aber auch Gelegenheit zu einem künstlichen geben. Bohrt man bei e ein Loch nieder bis in die wasserhaltige Schicht b, so muß das Wasser durch

den hydrostatischen Druck, der von Punkt c ausgeht, mit Gewalt herausgepreßt werden und kann möglicher Weise bis in das Niveau des natürlichen Quellenpunktes d springen, welches die horizontale Punktlinie andeutet.

Dies sind die wesentlichen Bedingungen, durch welche Quellen zu Tage treten können, wobei wir vor der Hand von der Temperatur und von fremdartigen im Wasser aufgelösten Stoffen noch absehen.

Unverkennbare Beweise für die Abhängigkeit der Quellen von den atmosphärischen Niederschlägen bilden die sogenannten Hungerquellen oder Hungerbrunnen. Sie geben bald viel, bald wenig, bald gar kein Wasser, je nachdem es in dem kleinen Bereiche ihres Zuflusses viel, wenig oder eine Zeit lang gar nicht geregnet hat. Natürlich können nur solche Quellen Hungerbrunnen sein, welche aus einem sehr beschränkten und nicht sehr hoch gelegenen Bereiche ihre Wasserzufuhr erhalten.

Wir erinnern uns jetzt wieder an die früher nach Boussingault mitgetheilten Fälle, wo Entwaldungen das Versiechen von Quellen zur Folge gehabt hatten (S. 108 f.), und können uns nun recht gut erklären, wie der Bergbau, Eisenbahnbauten, Brunnengrabungen so wie jeder andere tiefere Eingriff in die Erdoberfläche auf das Bestehen der Quellen von Einfluß sein kann.

Indem wir noch einmal zu den so wichtigen und segensreichen Artesischen Brunnen zurückkehren, dürfen wir nicht vergessen, um ihre Erscheinung in großen weiten Ebenen begreiflich zu finden, daß der unterirdische Zusammenhang der Felsenberge sehr weit reicht; denn daß man selbst in dem in einer Meereslagune und weit von Bergen abgelegenen Venedig nach mehren vergeblichen Versuchen zuletzt doch noch Artesische Brunnen erbohrt hat, könnte uns Wunder nehmen, nachdem wir wissen, daß es nicht eine Gnomengewalt ist, welche das Wasser von unten empor treibt, sondern, daß dem Steigen immer an einem andern Orte ein höheres Fallen zur Seite stehen muß. Die ältesten Schiefer- und Schichtgesteine, namentlich Gneis, Glimmerschiefer, Thonschiefer und die Schichten der Uebergangsformation (letztere oft unter dem Namen Grauwacke zusammengefaßt) kommen oft in einer außerordentlich weiten, Hunderte von Quadratmeilen umfassenden, Ausdehnung vor und sind meist von eruptiven Massengesteinen mehr oder weniger gehoben und in eine geneigte Lage gebracht. Solche geneigte, unter einem kleinen Winkel ein-

schießende Schichten treten vielleicht nur an dem Ende, wo sie von dem hebenden Gestein durchbrochen wurden, über die Erdoberfläche hervor und sind nach der Seite ihres Fallens von jüngeren Schichten und zuoberst von Dammerde und angeschwemmtem Land bedeckt. Da nun der Winkel dieses Einschießens in solchen alten Schichten oft in sehr großer Ausdehnung vollkommen gleich bleibt, so kann der kundige Bergmann, wenn er irgendwo das Zutageausgehen einer solchen kennt, auch weit davon die Schicht in der Tiefe wieder auffinden, indem er die Linie des Fallens sich in Gedanken unter der Erde verlängert fortsetzt; er weiß dann, wie tief er in der Entfernung von dem Orte, wo die Schicht unter die Erdoberfläche tritt, zu bohren hat, um wieder auf sie zu treffen. Diese Bestimmung ist die Aufgabe der Markscheidekunst, welche unter der Erde die Ortsentfernungen und Grenzen der Bergrefiere*) zu bestimmen, die Punkte auf und unter der Erdoberfläche in Uebereinstimmung zu bringen und das Streichen und Fallen der Gänge zu verfolgen hat. Sie ist eine unterirdische Feldmeßkunst.

Wenn der Name Artesische Brunnen bedeuten soll, daß ihr Erbohren zuerst in der Grafschaft Artois geübt worden sei, so wäre er unberechtigt, denn es unterliegt keinem Zweifel, daß sie in China seit viel längerer Zeit in Gebrauch sind. Auch den alten Aegyptern sind sie bekannt gewesen, denn die Wüsten von Theben und Garbe sind so zu sagen von Artesischen Brunnen ganz durchlöchert. Von verfallenen Artesischen Brunnen werden die Oasen in jenen großen Sandwüsten gebildet, in denen sie früher Wohlstand und Fruchtbarkeit schufen.

Von China soll die Kunst, Artesische Brunnen zu erbohren, zuerst nach Rußland gekommen und in Europa soll der zu Lillers im Depart. Pas de Calais der älteste und 1126 gebohrt worden sein. Doch scheinen die Artesischen Brunnen in größerer Ausdehnung zuerst im Modenesischen angelegt worden zu sein.

Daß die Grafschaft Artois zum hauptsächlichsten und namengebenden Heerd dieser nützlichen Brunnen geworden ist, hat wenigstens einen befördernden Grund darin, daß dort überall die aufgerichteten Schichten-Enden eines

---

*) Der Bergmann, wenigstens der sächsische, nennt das Gebiet, in dem er sein Amt ausübt, die Refier, der Forst- und Waidmann das seinige das Revier.

sehr klüftigen Kalksteins die Höhen bilden, in denen das atmosphärische Wasser in die Tiefe leicht eindringt.

Erst etwa seit den letzten funfzig Jahren hat man die sich darbietenden geologischen Gelegenheiten zur Erbohrung von Artesischen Brunnen in größerem Umfange, namentlich auch in England und Nordamerika, benutzt. In Deutschland ist der Bergbohrer seit länger als einem Jahrhunderte bekannt, und dessen Anwendung zum Brunnenbohren wurde schon 1724 vom cursächsischen Bergcommissär J. Leupold empfohlen. Doch wurde er anfangs nur zum Erbohren von Soolquellen angewendet.

Wenn auch die Gelegenheit und Möglichkeit, Artesische Brunnen herzustellen, sehr verbreitet ist, so ist doch keineswegs überall auf ein Gelingen zu rechnen, ja es ist vorgekommen, daß in der Nähe eines schon bestehenden ein Bohrversuch, der sogar noch tiefer ging, ohne Erfolg blieb. Dagegen trifft man gar nicht selten bei dem Bohren auf mehrere, bis 5, über einander liegende, also durch undurchlassende Schichten von einander getrennte, Wasseradern. Bald beeinträchtigen zwei nahe neben einander erbohrte Brunnen einander nicht, bald ist dies der Fall, und das Niederbringen eines zweiten hat zuweilen einen älteren in dessen Nähe zum Versiechen gebracht.

Ein Artesischer Brunnen in Tours hat Gelegenheit gegeben, den weiten Ursprung der Quellen zu bestätigen, indem er nach Herausnahme des schadhaften Rohres eine Menge feinen Sand und kleine Schneckenhäuser auswarf, welche zusammen unzweifelhaft auf die mehr als 30 Meilen entfernten feuchten Thäler der Auvergne und des Vivarais hinwiesen. Aus einem Brunnen von Elbeuf kamen kleine Aale und aus einem Bohrloche zu Bochum in Westphalen Gründlinge zu Tage.

Das technische Verfahren beim Graben Artesischer Brunnen ist nach den dabei angewendeten Werkzeugen hauptsächlich ein zweifaches. In China wendet man den Seilbohrer an. Ein Baumstamm wird dazu wie der Schwebebaum unserer Turnplätze an einem Ende an der Erde so befestigt, daß er horizontal über dem Boden schwebt und leicht in schwingende Bewegung wie die Zungen der Mundharmonika gesetzt werden kann. An der schwebenden Spitze des Stammes ist das Seil angebunden, an welchem ein schwerer eiserner Rammblock bis auf den Erdboden herabhängt. Zwei Männer setzen sich gleichzeitig rasch und taktmäßig nieder auf das schwebende Ende und drücken

dadurch den Stamm nieder, so daß der Rammblock den Bohrer auf den Erdboden aufstößt. In dem Maaße, als das dadurch in den Erdboden gestoßene Loch tiefer wird, wird das an der Stammspitze aufgewickelte Seil nachgelassen. Ist der eiserne, einen hohlen Cylinder bildende Rammblock durch den von oben nachfallenden Schutt gefüllt, so wird er mühselig durch eine Rolle und Haspel, bei bereits größerer Tiefe durch Ochsen heraufgezogen und ausgeleert. Nur chinesische Geduld vermag mit diesem langwierigen Verfahren Tiefen von 3000 Fuß, die wir noch nicht erreicht haben, zu bohren.

Unser deutscher Bergbohrer besteht in einer Eisenstange, die entweder während des Einstoßens zugleich in eine drehende Bewegung gesetzt wird, also nur dann ein eigentlicher Bohrer genannt werden kann, oder einfach blos stoßend wirkt, indem man sie, wie bei dem Einrammen von Pfählen, hebt und fallen und so durch ihr Gewicht auf dem Boden des Loches zermalmend wirken läßt. Auch dieses Verfahren erfordert die ganze in gutem Rufe stehende deutsche Geduld. Am aufhältlichsten ist dabei die Beseitigung des sich auf dem Boden sammelnden Bohrmehls, wobei allemal das ganze Bohrgestänge herausgezogen werden muß. Das Werk schreitet namentlich in nicht sehr festem Gestein sehr langsam vorwärts; so drang man z. B. in Artern am 26. Febr. 1836 mit 6300 Schlägen von 5 Zoll Hubhöhe nur — 1 Zoll tief ein. Das Nachfallen von Steinbrocken von der Wand der bereits durchbohrten Strecke hemmt oft das Heben und Fallen des Bohrers außerordentlich, und dann muß das Bohrloch mit einer Röhre ausgefüttert werden. So hängt die Arbeit noch von anderen Zufälligkeiten ab und ist mit vielen Mühseligkeiten verbunden.

Seitdem das Erbohren Artesischer Brunnen mehr und mehr ein gefühltes Bedürfniß geworden ist, hat man wesentliche Verbesserungen ersonnen und dadurch an Zeit, Mühe und Kosten bedeutende Ersparnisse erzielt. Ein Deutscher und ein Franzose haben sich in dieser Hinsicht große Verdienste erworben. Die Verbesserungen des Ersteren, Kind, bestehen in Folgendem. Der Bohrer ist nicht bleibend mit der Eisenstange verbunden, sondern nachdem die letztere eine gewisse Strecke gehoben ist, läßt sie den Bohrer fallen, der also mit seinem ganzen Gewichte auffällt, wobei das die Fallgeschwindigkeit vermindernde Anstreifen der nicht mitfallenden Stange vermieden wird. Die nachgestoßene Stange faßt den Bohrer wieder, läßt ihn, wieder gehoben, dann

wieder fallen und so fort. Dadurch behält das Bohrloch immer dieselbe Weite und das Ausfüttern wird unnöthig. Eine angebrachte Vorrichtung zeigt zugleich vorkommende Bohrerbrüche an.

Kind erprobte die Nützlichkeit seiner Verbesserungen an dem Bohrloche von Mendorf bei Luxemburg. In der kurzen Zeit von 5 Jahren und 4 Monaten und mit den geringen Kosten von 67,557 Frank hatte er 2278 Fuß, die größte damals erreichte Tiefe, erbohrt. Das 1000 Fuß tiefe Bohrloch von Artern hatte dagegen 7 Jahre und 16,530 Thaler in Anspruch genommen. Der berühmte Artesische Brunnen von Grenelle in Paris, der nur 1738 Fuß tief ist, hatte 15 Jahre anhaltender Thätigkeit und einen Aufwand von 266,660 Thlrn. erfordert.

Die Verbesserung Fauvelles, des Franzosen, beruht darauf, daß er die Reinigung des Bohrloches von dem Bohrmehle, wobei bis dahin stets die ganze Bohrstange herausgenommen werden mußte, vermeidet. Zu diesem Ende ist die ganze Bohrstange hohl und steht oben durch bewegliche gegliederte Theile mit einer Druckpumpe in Verbindung, welche Wasser durch die hohle Bohrstange hinunter und an deren Außenseite mit dem Bohrmehle wieder oben heraustreibt.

Das erste Hervorbrechen des erbohrten Wassers ist oft ein sehr gewaltsames, und die ersehnte, mit Aufwendung von Arbeit, Zeit und Kosten erreichte Spende übertrifft manchmal die Erwartungen in fast belästigendem Grade. Ein Bohrloch in England ergoß das eben entfesselte Element mit solcher Gewalt, daß drei Männer, welche das Alles ringsum überfluthende Bohrloch zu verstopfen suchten, von der Gewalt des Wassers immer wieder zurückgestoßen wurden. Bei einem anderen war die Verstopfung zwar gelungen, aber das Wasser unterwühlte das Erdreich in einem Umkreise von 93 Fuß so stark, daß man, um einen Einsturz zu verhüten, eilen mußte, den Gefesselten wieder frei zu lassen. In der Nähe dieses Bohrloches treibt der Strahl eines anderen ein Wasserrad von 5 Fuß Durchmesser, welches wieder eine Pumpe in Bewegung setzt, durch die das Wasser in das dritte Stockwerk eines Hauses getrieben wird.

Die Menge des ausströmenden Wassers ist bei vielen Artesischen Brunnen staunenerregend. Ein anschauliches Bild davon giebt der Artesische Soolbrunnen von Dürrenberg, der 1763 am 15 Sept., seine Erlösung nicht

erwartend, die noch 23 Zoll dicke Gipsschicht vollends durchsprengte und innerhalb 2 und ½ Stunde den 791 Fuß tiefen und 5 Ellen ins Geviert weiten Schacht füllte und dann überströmte, also in dieser kurzen Zeit nahe an 10,000 Kubikellen Soole bewegte. Es wurde ein sich flüchtender Arbeiter 252 Fuß tief im Schachte vom Wasser ereilt und theils durch den aufstrebenden Druck, theils durch das specifische Gewicht der Soole wohlbehalten mit emporgehoben. Dieser so reißend schnell sich entfaltende Wasser-Reichthum spricht für unterirdische mit Wasser gefüllte Weitungen, und einen unmittelbaren Beleg dazu liefert folgendes Ereigniß. Von der Sohle eines etwa 60 Fuß tiefen Brunnens einer Brauerei zu Paris bohrte man einen Artesischen Brunnen, und als man ungefähr eben so tief gebohrt hatte, sank der Böhrer plötzlich mehr als 15 Fuß tief von selbst hinab und an der Bewegung und dem Erzittern desselben konnte man deutlich wahrnehmen, daß er unten das Spielwerk einer heftigen Strömung sein müsse. Als man den Bohrer mit Mühe wieder herausgezogen hatte, sprang das Wasser im Nu 30 Fuß über die Köpfe der Arbeiter, die kaum schnell genug von dem Grunde des alten Brunnens heraufgezogen werden konnten und all ihr Werkzeug im Stiche lassen mußten. Zu Bages bei Perpignan war 10 Tage lang nach dem Erbohren das Wasser nicht zu bewältigen, alle deshalb aufgesetzten Röhren erwiesen sich zu kurz und man glaubte, das Wasser würde sich bis zu 50 Fuß erheben.

Die Artesischen Brunnen führen aber nicht blos Wasser empor — daß dieses eine kochsalzhaltige Soole sein kann, haben wir eben gehört — sondern auch Gase kommen oft in ungeheurer Menge mit herauf. Von diesen ist besonders die Kohlensäure zu nennen, welche für manche Artesische Brunnen ebenso die bewegende Kraft wird, wie sie es ist, welche aus der entkorkten Flasche den Champagner in hohem Strahle heraustreibt, indem die sich entbindenden Gasblasen den zwischen ihnen sich befindenden Wein gewaltsam mit fortreißen. Der eine der Nauheimer Sprudel, die wir nachher etwas genauer ins Auge fassen werden, liefert in jeder Minute 71 Kubikfuß Kohlensäure, was jährlich 5 Millionen Pfund beträgt, eine Menge, zu deren Herstellung die Verbrennung von 15,000 Centnern Steinkohle erforderlich sein würde. Die Kohlensäure-Entwickelung ist in dem Brunnenrohre bei geringerem Luftdrucke, also bei niederem Barometerstande, stärker und darum springt dann der Sprudel höher, indem das Entweichen der entbundenen Kohlensäure das

Wasser zwischen den Gasperlen mit sich emporreißt. Vier Wochen nach anhaltendem Regen zeigt sich diese Quelle immer wasserreicher, ein Beweis ihrer Speisung durch das atmosphärische Wasser. Sie verliert jedoch dadurch weder an Wärme noch an Salzgehalt. Daraus geht zugleich hervor, daß das atmosphärische Wasser einen weiten Weg bis nach dem Punkte zu laufen hat, wo es die Wärme und den Salzgehalt des Sprudels erhält.

Nächst der Kohlensäure entströmt dem Artesischen Brunnen, namentlich bei dem ersten Ausbrechen des Wassers, oft auch das brennbare Kohlenwasserstoffgas. Am Bohrloche von Gajarino im Venezianischen fand bei dem jedesmaligen Herausziehen des Bohrers ein Uebersprudeln des Wassers statt, wobei die Flamme sich drei Fuß hoch erhob und ungeachtet des Wassersprudels beinahe eine Stunde lang brannte. Jede Wiederholung des Versuchs steigerte den Erfolg, so daß sich die Flamme bis auf 30 Fuß verlängerte und über dem Wasserstrahle sich in einen am Grunde 6 Fuß weiten Lichtkegel verbreitete. Mit dem Nachlassen des Wassersprudels verminderte sich auch das Ausströmen des Kohlenwasserstoffes, doch brannte die Flamme zwei Stunden lang mit einer Höhe von 6 Fuß. Gewiß eine überraschende Erscheinung, Feuer und Wasser, die beiden Erbfeinde, durch Eine Oeffnung aus dem Innern der Erde hervordringend! — Das Kohlenwasserstoffgas ist die unter dem Namen „schlagende Wetter" im Bergbaue, namentlich in Kohlengruben schon so oft verderblich gewordene Luftart. Auch das durch seinen Geruch nach faulen Eiern bekannte Schwefelwasserstoffgas entströmt zuweilen zugleich mit dem Wasser den Bohrlöchern der Artesischen Brunnen. Während des Bohrens eines solchen zu Nangis bei Melun entströmte aus der erreichten Tiefe von 190 Fuß, noch ehe man Wasser hatte, dem Bohrloche lange Zeit atmosphärische Luft mit der Gewalt des stärksten Hohofen-Gebläses, worin nachher ein periodisches Schwächerwerden eintrat.

Obgleich nicht hierher gehörig, sei doch der sogenannten Erdfeuer oder Feuerquellen gedacht. Es sind dies theils natürliche, theils künstlich hergestellte Oeffnungen des Erdbodens, aus welchen Kohlenwasserstoffgas entströmt. Durch diese Erscheinung ist schon seit längerer Zeit die Halbinsel Baku an der Westküste des Caspi-See's bekannt. Im Golf von Baku dringt das Gas unter andern durch eine 18 Fuß tiefe Stelle des Wassers mit solcher Gewalt empor, daß sich in der Nähe ein Nachen kaum zu erhalten vermag. In

Nordamerika, namentlich im Staate New-York, wo das ausströmende Gas z. B. bei Fredonia in Chautauque-County in ein Gasometer geleitet wird und 70—80 Flammen zur Straßenbeleuchtung bietet, kommen solche Kohlenwasserstoffquellen in großer Ausdehnung vor. Am längsten sind diese Lichtquellen in Oberitalien bekannt und hier wie überall, wo man sie beobachtet hat, sind sie mit Bergölquellen und Steinsalz vergesellschaftet, was auf einen ursachlichen Zusammenhang schließen läßt.

Immer findet man das Wasser der in bedeutende Tiefen hinabreichenden Bohrlöcher sehr warm, was bis + 30° R. steigen kann. Neben der Benutzung des Wassers selbst hat man seine Wärme auch zur Pflanzentreiberei und zur Heizung von Gebäuden verwendet.

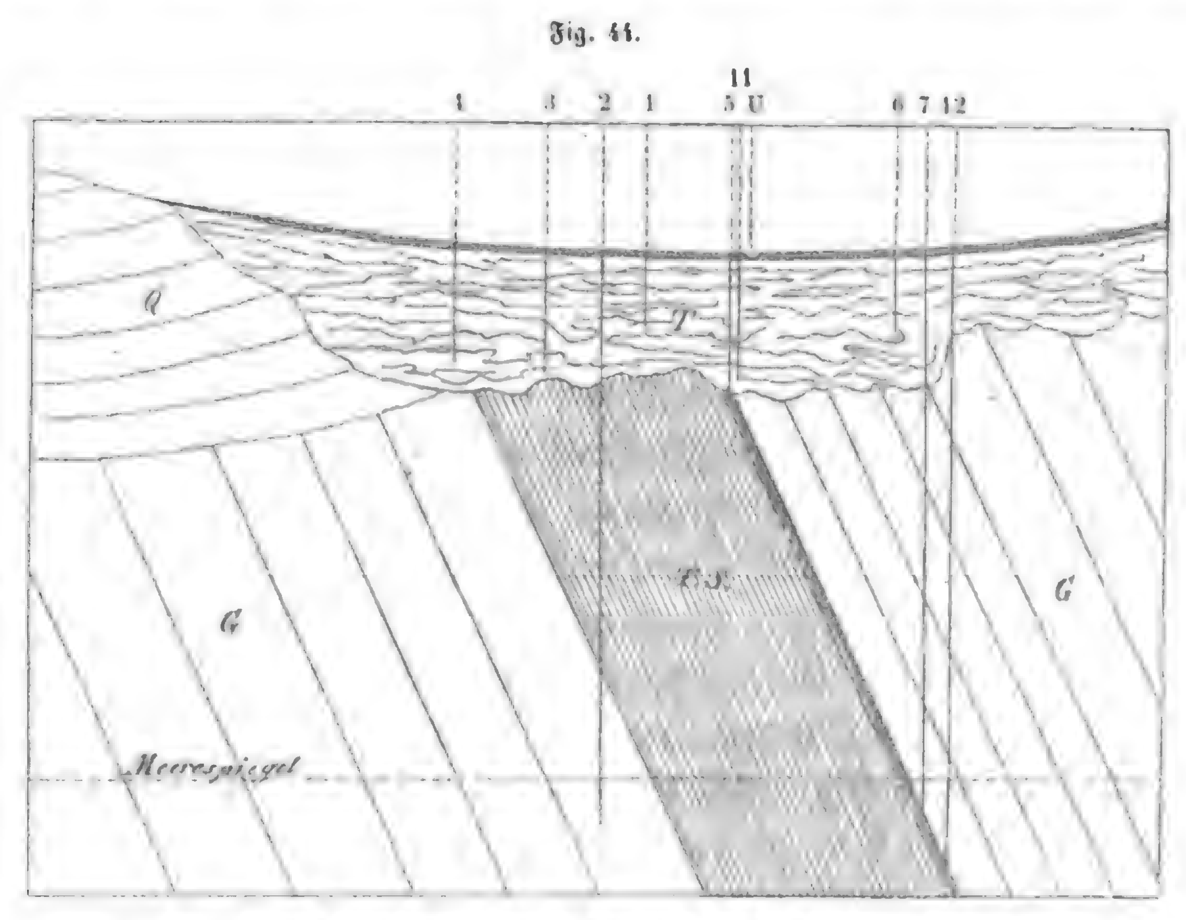
Arago machte zuerst darauf aufmerksam, daß man die Wärme der Artesischen Brunnen benutzen könne zur Bestimmung der Wärme des Erdinnern. Man hat demzufolge gefunden, daß für je 86 Fuß Tiefe die Temperatur des Erdinnern um 1° R. steigt, was ungefähr mit dem übereinstimmt, was man in tiefen Schachten beobachtet hatte.

Aus dieser Darstellung der Erscheinungen, welche die Artesischen Brunnen darbieten, geht als durchgehende Regel die Wirkung eines großen hydrostatischen Druckes hervor, zu welchem sich in vielen Fällen auch ein pneumatischer gesellt, sei letzterer die Folge unterirdischer Gasentbindungen oder der Druck des Luftmeeres selbst. Der Einfluß des Regens auf die Ergiebigkeit vieler Artesischer Brunnen, selbst aus sehr großer Tiefe kommender, schützt uns vor dem Rückfalle in die alte verlassene Ansicht, daß die treibende Kraft derselben ihren Ursprung in der Tiefe habe.

Zu den interessantesten Erscheinungen auf dem Gebiete Artesischer Brunnenbohrungen gehören die berühmten Soolbrunnen von Nauheim, welche zugleich zu den ältesten in Deutschland gehören und wo schon seit mehr als tausend Jahren Salz gesotten worden ist. Nauheim liegt im Gebiete der Schichten des Uebergangsgebirges, obgleich diese zunächst um den Ort selbst herum von sehr jungen Tertiärablagerungen bedeckt sind und also nicht zu Tage ausgehen. Die Lagerung der Schichten bekundet gewaltsame Störungen, welche hier stattgefunden haben, denn diese sind aus ihrer ursprünglichen horizontalen Lagerung in meist sehr steil geneigte Richtung gebracht worden. Unter Nauheim fand man mit dem Erdbohrer, nachdem die erwähnten tertiären

Ablagerungen durchsunken waren, ein mächtiges, unter einem Winkel von 72° einfallendes, also sehr steil aufgerichtetes Schichtensystem, in welchem, wie Fig. 44. zeigt, die Bohrlöcher niedergehen. Nachdem man sich mit den zum

Fig. 44.



Die Soolquellen von Nauheim in Kurhessen.
T aufgeschwemmtes Land und Tertiärschichten; G Grauwackenkalk; TS Thonschiefer der Grauwacke; Q Quarzit; No. 7 der alte große Soolsprudel; No. 12 der neue große Soolsprudel Friedrich Wilhelm; U Bett der Usa.

Theil ganz erfolglosen Bohrlöchern 1 bis 4 nicht begnügt hatte, ging man an das mit No. 5 bezeichnete, welches dicht am rechten Ufer des Usabaches (U) liegt, und unten auf den Gesteinswechsel zwischen dem Thonschiefer (T) und dem Stringocephalen-Kalk der Grauwacke (G) endet. Als man bis zu 114½ Fuß eingedrungen und eine 20 Fuß lange Saugröhre eingesetzt worden war, stellte sich eine Reihe merkwürdiger Erscheinungen ein, welche der dortige Salineninspektor R. Ludwig mit folgenden Worten beschreibt:

„Kaum war das Pumpen einige Minuten lang fortgesetzt, als die Quelle mit großer Gewalt durchbrach. Nach Entfernung der Pumpe entstieg dem Bohrloche mit geräuschvollem Brausen eine mächtige Fontaine, welche den perlenden Schaum bis zu einer Höhe von 16′ über die Erdoberfläche empor-

trieb und Sand und kleine Steine mit in die Höhe schleuderte. Nach einigen Stunden ließ dieser Tumult wieder nach; die Quelle sprudelte nur einige Fuß hoch über das Bohrloch, ja am folgenden Tage blieb sie ganz aus, so daß die Saugpumpe abermals wieder angewendet werden mußte. Dann beobachtete die Quelle ein intermittirendes Verhalten, indem sie von 10 zu 10 Minuten unter Poltern und Brausen 12—15′ hoch emporsprudelte und dann wieder bis zum Niveau des Bohrloches zurücksank. Erst nach einiger Zeit regelte sich der Ausfluß und die Quelle sprudelte unter starker Kohlensäureentwickelung 2—3′ hoch, wobei der Strahl in weißen Schaum verwandelt und mit brausendem Geräusch gewaltsam hervordrang. Der Schaum zerrann ruhig an der Oberfläche des krystallklaren Wassers, indem er eine reichliche Menge — nach Bunsen 21369,6 Kubikfuß in 24 Stunden, oder in einem Jahre mehr als eine Million Pfunde — 26° R. warmer Kohlensäure entband, welche den offenen, der atmosphärischen Luft zugänglichen Quellenschacht mit einer oft an 5′ hohen Gasschicht erfüllte. Ward eine engere Röhre auf die Mündung des Bohrloches gesetzt, so konnte der Wasserstrahl je nach der Weite dieser Aufsteckröhre 15—20′ hoch getrieben werden. Ein besonders interessantes Schauspiel gewährte die Quelle, wenn dieselbe auf solche Weise in ihrer freien Entwickelung gehemmt war und das Hinderniß dann plötzlich entfernt wurde. Anfangs sprudelte sie ruhig bis zur gewöhnlichen Höhe; dann folgten stärkere und stärkere Stöße tief aus dem Innern der Erde, welche in dem Boden rings um den Quellenschacht dröhnend wiederhallten und nicht nur durch das Gehör vernommen wurden, sondern auch dem Gefühle der Umstehenden durch Erschütterung des Körpers sich mittheilten. Ein solcher Stoß trieb den Schaum höher; das sonst klare und durchsichtige Wasser ward trübe und Steinchen bis zur Größe einer Wallnuß schleuderte die zürnende Najade auf den Rand des Schachtes. — Die Temperatur der Quelle betrug anfangs 26° R. Nachdem aber die umgebenden Erdschichten sich so weit erwärmt hatten, daß sie dem rasch aufsteigenden Wasser keine Wärme mehr entziehen konnten, stieg dieselbe auf 27°. Die Quelle lieferte täglich 25,000 Kubikfuß Soole von 1,02345 specif. Gewichte, welche die Bäder im alten Kurhause, wohin sie durch hölzerne Röhren geleitet wurden, versorgte. Im Jahre 1847 war die aus Eisenblech bestehende Verröhrung durch die Kohlensäure zerfressen — —; durch die entstandenen Oeffnungen waren kleine Steine in das Bohrloch gefallen, welche

dasselbe bis zu 12′ hoch anfüllten und den Ausfluß wesentlich hinderten. Im März 1848 blieb die Quelle plötzlich ganz aus; die siebartig durchlöcherte Bohrröhre war dem Drucke der umgebenden Gesteine gewichen und man fand das Bohrloch in 71′ Tiefe zusammengebrochen. — — Trotz aller Mühe war eine Wiederaufwältigung unmöglich, und es mußte ein neuer Bohrversuch, 5′ von der alten Stelle entfernt, unternommen werden. Dieser mit No. 11 bezeichnete ist durch ein 90′ tief eingeschobenes Holzrohr, welches von der Soole nicht angegriffen wird, für lange Zeit gesichert und bildet den s. g. „kleinen Sprudel", neben welchem das Gasbadehaus erbaut wurde."

Die Brunnen No. 5 und 11 hatten gezeigt, daß der bezeichnete Gesteinswechsel der Weg sei, auf welchem das Wasser sich bewege. Es mußte also mit neuen Bohrungen östlich verfahren werden und man bohrte zunächst den nur 66 Fuß tiefen Brunnen No. 6, welcher täglich 1500 Kubikfuß eines angenehm säuerlichen und nur schwachsalzigen Wassers lieferte. Er wurde aber durch die Anlage von No. 7, „den sogenannten großen Sprudel", beseitigt. Von 1839 bis 1843 bohrte man unausgesetzt, aber obgleich man bereits 554½ Fuß tief und 56 F. unter den Meeresspiegel gelangt war, ohne Wasser zu haben, so gab man der großen Kosten wegen die Hoffnung auf und bedeckte die Oeffnung mit Balken und Erde.

„Der Nutzen dieser mehrjährigen Arbeiten", sagt R. Ludwig, „sollte indeß nicht ausbleiben. Als in der Nacht vom 21. auf den 22. Decbr. 1846 (also nach dreijährigem Verschlusse des aufgegebenen Bohrloches) ein orkanähnlicher Sturm die deutschen Gauen durchtobte, und der für diese Gegend ungewöhnlich niedrige Barometerstand von 321 par. Linien einen sehr geringen Luftdruck anzeigte (auch Erderschütterungen waren am 29. Juli und in der Nacht des Durchbruchs verspürt worden), durchbrach ein mächtiger und an Kohlensäure reicher Soolstrom den Boden des Bohrloches und stieg schäumend und dampfend an die Oberfläche der Erde. Kaum war die Balkendecke entfernt, so erhob sich aus der wild bewegten, wogenden, heißen Wassermasse eine 6 Fuß hohe Pyramide, aus weißem perlenden Schaume gebildet, überfluthete die ganze Umgebung und rann dampfend der nahen Usa zu."

Der im folgenden Frühjahre mit großer Schwierigkeit gefaßte große Sprudel entfaltete eine außerordentlich große Ergiebigkeit. Das täglich hervorsprudelnde Wasser wurde auf 86 bis 90,000 und die freie Kohlensäure auf

mindestens 100,000 Würfelfuß geschätzt. Die Temperatur des Wassers war Sommer und Winter gleich + 26° R.

Allein sein Leben erfuhr am 2. März 1855 eine unerwartete Unterbrechung, an welchem Tage er plötzlich ausblieb. Die Ursache davon lag in dem schadhaft gewordenen Blechrohre, was man 130 Fuß tief eingelassen hatte, wodurch in geringeren Tiefen Tagewasser eingedrungen war. Dieses hatte das an Kohlensäure reich aufsteigende Wasser verdünnt, d. h. die freie Kohlensäure wieder im Wasser aufgelöst, und dadurch diese unfähig gemacht, das Wasser emporzutreiben. Da man diese Erklärung auch darin bestätigt fand, daß man im Jahre vorher mit besonderen Vorrichtungen aus der tiefsten Stelle des Brunnens geschöpftes Wasser reicher fand, so beschloß man nahe bei dem großen Sprudel, doch etwas mehr östlich, noch bevor dieser versiecht war, ein neues tieferes Bohrloch zu treiben, weil man aus dem bekannten Einfallswinkel des Gesteinswechsels (siehe Fig. 44) sicher sein konnte, hier diesen Gesteinswechsel tiefer zu treffen. Aber noch ehe man dieses neue Bohrloch (No. 12) beendigt hatte, erschien am 16. April, also nach etwa sechswöchentlichem Ausbleiben, der verloren Geglaubte wieder, welcher die erwähnten Hindernisse durch seinen unermüdlichen Drang endlich besiegt haben mochte.

Das neue Bohrloch No. 12 wurde 1852 30 Fuß östlich vom großen Soolsprudel begonnen. Nach unserm Profil Fig. 44., ein senkrechter Durchschnitt des Bodens unter Nauheim, könnte man befürchten, daß dasselbe den großen Soolsprudel (No. 7) abzapfen, d. h. als tiefer auf den Gesteinswechsel treffend, ihm das Wasser vorwegnehmen würde. Allein in der Wirklichkeit ist das Nachbarschaftsverhältniß ein anderes, als es in dem Profil dargestellt werden kann, auf welchem überhaupt alle Bohrlöcher gegen die Wirklichkeit in einer Reihe dargestellt werden mußten. Man denke sich das Verhältniß vielmehr folgendermaßen. Aus der einen Seite eines sehr steilen Kirchendaches denken wir uns zwei Schornsteine geführt, den einen 30 Fuß seitlich von dem andern entfernt, und zugleich auf einer tieferen Stelle des Daches stehend. So konnte also das an der ganzen Fläche des Daches, um diese Vergleichung beizubehalten, aufwärts strömende Wasser dem höher gelegenen Bohrloche nicht entzogen werden, indem es in das tiefere eintrat, denn für beide besteht eine andere Linie der breiten, dünnen, aufwärts dringenden Wasserschicht. Bei der

bekannten Richtung des Einfallens des Gesteinswechsels nach Osten konnte man bei 30 Fuß östlichem Abstande von dem großen Soolsprudel im Voraus berechnen, bei welcher Tiefe man mit dem neuen Bohrloche den Gesteinswechsel treffen würde. Jener that das bei 554½ Fuß und von dem neuen erwartete man es etwa bei 618. Am 15. Mai 1855, also gerade einen Monat nach der Wiederkehr des großen Soolsprudels, war das neue Werk beendet. Nachdem man mit 616 Fuß den Gesteinswechsel wirklich erreicht hatte, so stand anfänglich das empordringende Wasser in dem dichten, kupfernen, bis hinunter eingelassenen Rohre still. Es zeigte kaum eine Spur von Mineralgehalt und mußte als ein Pfropf süßen Wassers angesehen werden, der die Soole gefangen hielt. Man ging daher daran, mit einem eingesetzten Pumpenrohre diesen Wasserpfropf hinwegzuschaffen. Nach kurzer Arbeit erfolgte, nachdem die Pumpe zuletzt brodelnden Wasserschaum geliefert hatte, ein wahrhaft gewaltiger Ausbruch. Ein 56 Fuß hoher und 3 Zoll dicker Wasserstrahl schleuderte das blecherne Pumpenrohr an die Decke des Breterhauses und zertrümmerte und verdrückte es. Die neue Soole zeigte sich 30° R. warm und heizte schnell bis zu dieser Wärme das ganze Gebäude. Der neue Sohn der Unterwelt erhielt den Namen des Landesherrn „Friedrich Wilhelm" und entfaltet seit seiner Geburt ungeschwächt seine großartige Schönheit, leider aber in einem breternen Thurme eingeschlossen, weil der Wind einen freien Wasserstrahl von 56 Fuß Höhe nicht ungehudelt lassen und dadurch viel Soole verloren gehen würde. Weder sein nächster Nachbar, der schnell von dem ersten auf den zweiten Rang herabsank, noch auch die anderen Quellen Nauheims sind durch den Friedrich Wilhelm beeinträchtigt worden.

Aus dieser Schilderung der Nauheimer Soolquellen geht hervor, daß es bei ihnen nicht der hydrostatische Druck ist, was sie springen macht, sondern die Entbindung des Kohlensäuregases unter dem Einflusse eines hohen Wärmegrades. Nach Bromeis ist in jenen Quellen die Ausdehnungskraft des Kohlensäure- und Wassergases dem Drucke von beinahe 3 (genauer 2,951) Atmosphären gleich, wodurch es den Druck der Atmosphäre in dem engen Rohre leicht überwindet. Etwa bei 100 Fuß Tiefe beginnt in dem Rohre die Entbindung der Kohlensäure aus dem Wasser, in welchem sie bis dahin aufgelöst enthalten ist, und indem die Gasblasen aufwärts streben, reißen sie das Wasser zwischen sich mit empor und lassen es erst in der Luft an der Spitze

des 56 Fuß hohen Strahls wieder fahren, indem sie selbst in die Luft entweichen und das Wasser, des größten Theiles seines Gehaltes an Kohlensäuregas beraubt, wieder zurückfällt.

Wir haben in den Nauheimer Soolsprudeln zugleich warme Quellen, Thermalquellen, Thermen, die wir nun als solche näher zu betrachten haben. Der Begriff einer warmen Quelle ist ein sehr unsicherer, weil sich die Wissenschaft noch nicht darüber geeinigt hat, von welchem Thermometergrade an eine Quelle als Therme angesehen werden solle. Wählt man dabei die Temperatur der Luft oder des Bodens am Austrittspunkte der Quelle als Maaßstab, so würde natürlich eine Quelle von + 8° R. im eisigen Sibirien eine sehr warme genannt werden, während sie in Brasilien bei + 22° R. Bodenwärme für eine sehr kalte gelten würde. Ja wenn man diesen Maaßstab anlegt, so sind die Thermen die Regel, denn die allermeisten Quellen haben eine höhere Temperatur, als die mittle Temperatur ihres Ausflußpunktes. Die Unsicherheit einer Grenzbestimmung zwischen warmen und kalten Quellen wird dadurch noch vermehrt, daß es zwischen + 1° und + 80° R. keine Wärmestufe giebt, welche von den Quellen nicht vertreten wäre.

Die warmen Quellen drängen uns jetzt zur eingehenden Betrachtung einer der wichtigsten erdgeschichtlichen Fragen*), die wir nicht von der Hand weisen dürfen. Ich meine die Frage nach der Wärmequelle, aus welcher die aus den tieferen Erdschichten heraufsteigenden Gewässer ihre Wärme entnehmen. Vorher haben wir die schon in dem Früheren gelegentlich erwähnte Zunahme der Wärme der Gruben und Quellen in größeren Tiefen etwas näher zu beleuchten und zu fragen, ob sich in dieser Zunahme eine derartige Regelmäßigkeit finde, daß wir uns dadurch veranlaßt sehen müßten, diese Zunahme von der Annäherung an eine im Mittelpunkte der Erde liegende

*) Während des Druckes dieses Bogens kommt mir ein eben erschienenes Werk zu, aus dem ich in Folgendem Einiges entlehne: „G. H. Otto Volger, Erde und Ewigkeit. Die natürliche Geschichte der Erde als kreisender Entwickelungsgang im Gegensatze zu der naturwidrigen Geologie der Revolutionen und Katastrophen. Frankfurt a. M. bei Meidinger 1857." Der Titelbeisatz deutet hinlänglich an, daß das Buch gegen gangbare Lehren der Geologie, soweit sie deren Fundamentalsätze sind, ankämpft. Der Verfasser leugnet z. B. das bereits zum Dogma gewordene Centralfeuer gänzlich und zwar, das muß anerkannt werden, unter Anführung von Gründen, gegen die sich wenig einwenden lassen wird. Ich empfehle die ausgezeichnete Arbeit Volgers meinen Lesern auf das Angelegentlichste.

Wärmequelle abzuleiten. Hier ist zunächst hervorzuheben, daß sehr zahlreiche, theils gelegentlich gemachte, theils absichtlich mit allen Vorsichtsmaßregeln angestellte Beobachtungen durchaus keine nur einigermaßen übereinstimmende Ergebnisse gewährten, daß die Zunahme der Wärme mit der Zunahme der Tiefe keineswegs immer gleichen Schritt halte, daß man bei weitem nicht immer im Stande war, sich ergebende unvermuthete Abweichungen von einem regelmäßigen Gange von äußeren umgebenden Ursachen herzuleiten und zu erklären.

In den Gruben von 9 preußischen Bergamtsbezirken schwankte die Zunahme der Temperatur um je 1° zwischen 48 und 375 Fuß; in den sächsischen Bergwerken, welche in granitischen Urformationen liegen, ist die Wärmezunahme um 1° durchschnittlich an 129 Fuß weitere Tiefe gebunden. Dagegen nahm in einer Grube im Toskanischen in tertiären Schichten die Wärme bei je 42 Fuß um 1° zu. In Jakutzk war sie in einem Brunnen bei 112 Fuß Tiefe 5° unter Null, bei 380 Fuß stieg sie bis 1° unter Null. Dabei war in diesem Falle die Wärmezunahme im Verhältnisse zur Tiefenzunahme sehr ungleichmäßig. In Bahia, wo die Bodenwärme + 22° R. beträgt, fand man in einem Brunnen bei 200 Fuß Tiefe nur + 16° R., also eine geringere Wärme, was Volger dem erkältenden Einflusse des benachbarten Meeres zuschreiben zu dürfen glaubt. Aus allen diesen und anderen Beobachtungen geht hervor, daß die Zunahme der Wärme von der mittlen Temperatur des Beobachtungsortes ausgeht, daß also z. B. in Jakutzk und in Bahia auf gleicher Tiefenstufe nicht dieselbe Wärmestufe angetroffen wird.

Dabei übt die Beschaffenheit der Gebirgsart einen bemerkenswerthen Einfluß, denn man findet z. B. eine weit schnellere Wärmezunahme in Steinkohlenbergwerken, als in Erzschachten. Es ist nicht zu leugnen, daß diese Thatsachen der Annahme einer im Erdmittelpunkte ruhenden, *für alle Punkte der Erdrinde gleich wirkenden* Wärmequelle nicht günstig sind, und daß mindestens neben einer solchen noch andere Wärmequellen angenommen werden dürfen.

Volger nimmt nicht *neben* dieser, von ihm eben in Abrede gestellten centralen Wärmequelle, sondern *anstatt* dieser die *Verdichtung*, die *Bewegung* und den *Stoffumsatz* allein als Wärmequelle an, wobei die Beschaffenheit der verschiedenen Felsarten natürlich von bestimmendem Einflusse

sein muß. Er macht in Darlegung seiner Theorie aufmerksam auf physikalische Unmöglichkeiten, auf welche die Annahme der Erhitzung durch ein sogenanntes Centralfeuer die Naturforscher hier und da geführt habe. Da die einschlagenden Anschauungen des für keinerlei Autoritätsglauben zugänglichen Verfassers des genannten Buches den meisten meiner Leser und Leserinnen nicht nur neu, sondern in hohem Grade überraschend sein werden, so werde ich in Folgendem dasjenige davon mittheilen, zum Theil mit Volger's eigenen Worten, was in das Kapitel von den Quellen schlägt, woraus hervorgehen wird, daß — wenigstens nach Volgers Schlußfolgerungen, denen man sich anzuschließen geneigt ist — die Quellenbildung, oder um es umfassender auszudrücken, der unterirdische Wasserlauf eine große geologische Macht ist, auf welche mit diesem Nachdrucke zum ersten Male in Volger's Buche aufmerksam gemacht ist*).

Unter der sachlich ganz bezeichnenden, nur uns etwas ankränkelnden Ueberschrift „die Auszehrung des Bodens“ faßt Volger die auswaschenden Wirkungen des unter der Erdoberfläche fließenden Wassers auf den Boden zusammen.

Ich lasse es dahin gestellt, ob Volger gegen die herrschende Ansicht Recht hat, dem Regen nur eine geringe Betheiligung an der Quellenbildung zuzugestehen, dagegen das Meiste von Thau und Nebel herzuleiten. Er macht dabei auf den Quellenreichthum der Westindischen Inseln bei äußerster Regenarmuth und auf die regenlose und doch von ihren Höhen reichliche Bäche niederströmen lassende Insel St. Thomas aufmerksam; wogegen ich wiederholt auf den oft beobachteten Einfluß anhaltenden Regenwetters auf den Wasserreichthum der Quellen verweise.

---

*) Durch diese unvorhergesehene, aber für mein Buch höchst willkommene Einschaltung in das bereits vorliegende Manuskript ist nun die Inhaltsanzeige dieses Abschnitts auf Seite 308, die bereits gedruckt war, mangelhaft geworden. Ich habe es vorgezogen, dasjenige, was aus Volger's Werke für unseren Zweck von Bedeutung ist, nachträglich in den Text zu verweben, anstatt es in eine über mehrere Seiten sich ausdehnende Anmerkung unter den Text zu verweisen, obgleich darin manches im Widerspruche mit dem steht, was ich früher, zum Theil wenige Seiten vorher, auf Grund der bisher geltenden Lehrsätze der Wissenschaft vorgetragen habe. Es giebt dies für diejenigen meiner Leser und Leserinnen, welche dem Fortschreiten der Naturwissenschaft zu folgen keinen Beruf finden, ein Beispiel eben von diesem Fortschreiten, welches namentlich auf dem Gebiete der Erdgeschichte gerade jetzt sehr fördersam ist.

Von der Erheblichkeit des in der Erdrinde vertheilten Wassers giebt es einen anschaulichen Begriff, wenn wir bedenken, daß dasselbe in dem Verhältnisse von 1 Procent zur Masse der Gesteine bei 2000 Fuß Tiefe, innerhalb welcher sich die Bergwerke befinden, „ein vertheilt im Erdreiche hangendes funfzig Fuß hohes Meer“ bildet. Wir wissen, daß wir hierbei nicht lediglich an das die Klüfte und Fugen der Gebirge durchströmende Wasser zu denken haben, da jeder, auch der härteste Stein, so lange er als ein Theil der Erdrinde seinen Platz einnimmt, mehr oder minder von Wasser durchdrungen ist, welches oft nur erst durch sehr hohe künstliche Hitzegrade ausgetrieben werden kann — wir haben uns an den Gedanken von der Allgegenwart des Wassers längst gewöhnt.

Die Masse festen Stoffes, welche gelöst in und mit diesem Wasserkreislaufe die Erdrinde durchströmt und in dem klaren Quellwasser an das Tageslicht fließt, dürfen wir mit Volger wohl „ungesehene Berge“ nennen, denn unter den mächtigen, nie feiernden Multiplikatoren, Zeit und Raum, ergeben sich, wie wir dies schon mehrfach erprobten, überraschende Größen, wie uns dies beispielsweise von Volger an dem so wichtigen Kohlensäuregehalte des Wassers gezeigt wird. Dieser stammt ohne Zweifel von dem zu 44 Procent aus Kohlensäure bestehenden Kalke, den das Wasser derselben beraubt. Da nun Kalk fast überall in mächtigen Schichten in verschiedenen Tiefen der Erdrinde enthalten ist, so würde eine nur 8 Fuß mächtige, aber 100 Geviertmeilen große Kalkschicht 2½ Millionen Jahre lang hinreichen, um das Quellwasser dieses Gebietes mit Kohlensäure zu versehen. Das Quellwasser, wie wir das im Erdboden kreisende Wasser einmal im Allgemeinen nennen wollen, zehrt diesen an Kohlensäure fortwährend aus. Eine der 20 Quellen des Leuker-Bades in der Schweiz, die Lorenzquelle, entführt jedes Jahr dem Boden 8 Millionen Pfund Gips, was einen Felsen von 60,000 Kubikfuß geben würde. Die Quellen der Pader bei Paderborn enthalten in 4000 Theilen Wasser nur 1 Theil Kalk; da sie aber in jeder Minute etwa 1 Million Pfund Wasser liefern, so würde der darin enthaltene Kalk alljährlich der Masse eines Felsenwürfels von 100 Fuß Höhe, Breite und Dicke gleichkommen.

Diese tausendfältig stattfindende und nie ruhende „Auszehrung des Bodens“ durch das Quellwasser muß nothwendig leere Räume von den verschiedensten Gestaltungen in dem Felsenbau der Erdrinde veranlassen. Dadurch

müssen Zusammensenkungen und Einstürze der unterhöhlten Felsschichten erfolgen. In solchen bewegt sich großentheils der Strom der von Südwest her in den Lac du Jour strömenden Orbe in der westlichen Schweiz. „Diese unterirdischen Höhlungen und Erdfälle sind das Werk von Quellenzügen unter den Thalgründen, welchen das Flußbett folgt. Die theilweisen Einstürzungen der Gewölbe über den allzu weit ausgenagten Höhlungen, welche vielleicht theilweise plötzlich, größeren Theils vermuthlich durch ganz allmäliges Nachsinken erfolgt sind, haben eine Vereinigung des oberirdischen Flusses mit den unterirdischen Quellenzügen herbeigeführt. Im hochgelegenen Jour-Thale befindet sich der, durch Einsturz entstandene Jour-See; nahe bei demselben der kleine Brenet-See. Beide sind nur durch einen brückenähnlichen Rest des eingestürzten Gewölbes getrennt, unter welchem ihr Wasser verbunden ist. Aus dem Brenet-See stürzt sich das Wasser in Felsenschluchten, in deren trichterförmigem Eingange (entonnoir) es die merkwürdigen Mühlen von Bouport treibt. Erst eine halbe Meile von da kommt es, fast 700 Schuh tiefer, als 17 Schuh breiter Fluß wieder zu Tage und bildet die sogenannte „Quelle“ der Orbe.“

Aus diesem Beispiele, welchem Volger die sämmtlichen Seen der Schweiz, des bayrischen Oberlandes und des lombardischen Alpenrandes an die Seite stellt, die er sämmtlich für Einsturz-Seen erklärt, leitet er die Regel ab, daß „jedem oberirdischen Wasserlaufe auch unterirdische Wasserzüge entsprechen.“

Diese Beispiele, deren das Volger'sche Buch noch mehrere aufzählt, werden hinreichen, um in den unterirdischen Wasserzügen eine wenn auch nur langsam wirkende, aber dennoch Gewaltiges schaffende geologische Macht und zwar eine im ersten Theile ihres Wirkens negative, damit will ich sagen zerstörende, zu erkennen.

Es wird uns nun auch nicht sehr überraschen, wenn derselbe strenge, nur erweisliche Gründe anerkennende Forscher die Erdbeben nicht dem Feuer, sondern dem Wasser zuschreibt. Im 3. Heft des Jahrganges 1856 der Petermann'schen geographischen Mittheilungen veröffentlichte Volger seine „Untersuchungen über das letztjährige Erdbeben in Central-Europa“, durch welches uns allen der kleine Ort Visp im Kanton Wallis so bekannt geworden ist. Mit vieler Sorgfalt hat Volger für das genannte Gebiet aus den geschichtlichen Urkunden über 1500 einzelne, d. h. „durch wirkliche Zwischenräume

nicht wahrnehmbar gestörter Ruhe von einander getrennte und somit als ganz selbstständig sich darstellende" Erdbeben und über 150 Bergstürze verzeichnet und danach eine Karte entworfen, auf welcher die Stoßgebiete der Erdbeben durch braune Färbung angegeben sind. Diese braunen Stoßgebiete haben beinahe ohne Ausnahme eine gestreckte Gestalt und folgen dem Laufe von Flüssen, welche auf der Karte mitten durch die braunen Flecken hindurchgehen. Auf einer zweiten Karte, welche das Stoßgebiet des Erdbebens von Visp nach dem allmäligen Schwächerwerden der Wirkungen in der Ferne in fünf Schattirungen darstellt, liegt die schwarze Schattirung, wo die Verheerungen am stärksten waren, über dem Flüßchen Visp bis zu dessen Einmündung in der Rhone und erstreckt sich westlich noch eine Strecke weit rechtwinklich über diesem Flusse.

Doch wir kehren zu dem Ausgangspunkte, der uns zu Volgers Buche führte, zu der Frage nach der Herkunft der Wärme der Thermen, zurück.

Daß Druck und Bewegung, namentlich wenn sich beide verbinden, Wärme erzeugen, ist bekannt genug, wir dürfen nur an die glühenden Axen der Dampfwagen und das Heißwerden der metallenen Werkzeuge beim Sägen, Bohren, Feilen 2c. denken. Der ungeheure Druck, den die durch Unterwaschung vielleicht in dauernder, wenn auch sehr langsamer Senkungsbewegung begriffenen Felsschichten auf einander ausüben, kann nicht anders, als Wärme erzeugen. Für die Wärmeerzeugung des Stoffumsatzes wird uns jeder Chemiker viele Beispiele nennen. Alle kennen wir die starke Erwärmung mit Schwefelsäure zusammengegossenen Wassers von den Döbereinerschen Feuerzeugen. Von dem nahen Zusammenhange zwischen Feuer und Wasser bei den vulkanischen Erscheinungen geben die Schlammvulkane Zeugniß.

Wenn man also nicht vergißt, daß durch die unausgesetzte Auswaschung der Schichtenfugen, selbst in den größten Tiefen der Erdrinde, Veranlassung zu einem wenn auch noch so langsamen Weichen, Gleiten und Rutschen der übereinander gelagerten Massen gegeben ist, daß dieses Gleiten eine Reibung und zwar unter dem ungeheuren Drucke der oberen auf die unteren Schichten hervorbringen muß — so müssen wir zugeben, daß hierin eine Wärmequelle gegeben ist, aus welcher man vielleicht mit Volger einige Wärme- und Feuer-Erscheinungen herleiten darf, welche jetzt unbedenklich einem Centralfeuer zugeschrieben werden. Volger erinnert, daß bei dem bekannten Bergsturze von

Goldau, den wir (S. 131) als durch Wasser vermittelt kennen lernten, die den Abhang herabgleitenden Nagelfluh-Bänke mit ungeheurem Donner aufflogen, große Blöcke davon durch die Spannung des plötzlich in Dampf verwandelten Wassers in die Luft geschleudert wurden, während schwarze Staubwolken, in welche der Schlamm im Nu verwandelt war, emporwirbelten durchzuckt „von ganzen Feuerwellen". Und doch war damals die ganze Masse wasserdurchtränkt und die furchtbare Rutschbahn durch anhaltenden Regen aufgequollener Mergelschlamm!

Wenn auch vielleicht darüber noch nicht zu entscheiden ist, ob es Volger gelungen sei, das Centralfeuer als Hypothese zur Erklärung der vulkanischen Erscheinungen ganz überflüssig zu machen, so scheint doch der Theil dieser wichtigen Frage, der uns jetzt zunächst allein beschäftigt — der Wärmeursprung der Thermen — ohne jene Hypothese vollständig und mit den Naturgesetzen in Einklang sich zu erledigen.

Dem Wärmegrade der heißen Quellen ist durch das bekannte Verhältniß des Siedepunktes zu dem Luftdrucke eines Ortes eine Grenze gesetzt, welches auf dem Meeresspiegel und den ihm ungefähr gleich liegenden Orten des Festlandes den Siedepunkt auf + 80° R. oder 100° C. oder 212° F. stellt. Eine noch über diesen Siedepunkt erwärmte Quelle kann daher diese Wärme an ihrem Austrittspunkte nicht beibehalten, sondern stellt sich unter mächtiger Dampfentwickelung schnell auf den gewöhnlichen Siedepunkt. Die über 80° R. hinausliegenden Hitzegrade konnte das Wasser nur unter hohem Drucke im Erdboden annehmen, mit dessen Wegfall im Augenblicke des Austritts auch der Wärmeüberschuß der Quelle wegfallen muß.

Daraus, daß man sehr heiße Quellen auf vulkanischen Gebieten angetroffen hat, wie z. B. die Geysire Islands, hat man auf einen nahen Zusammenhang derselben mit dem Vulkanismus — diesen in dem Sinne der Centralfeuer-Hypothese aufgefaßt — geschlossen; es sind jedoch viele sehr heiße und nach Humboldt gerade einige der heißesten Quellen wenigstens bei ihrem Austritte sehr weit von vulkanischem Boden entfernt, z. B. die Aguas Calientes de las Trincheras zwischen Porto-Cabello und Neuvalencia in Südamerika von 78° R. und die Aguas de Comangillas bei Guanajuato von 75° R. Nichtsdestoweniger sind vulkanische Gebiete meist besonders reich an heißen Quellen, und zwar nicht allein solche, auf welchen der Vulkanismus

noch in Thätigkeit ist, als auch blos basaltische und trachytische Gebiete, auf denen seit der gegenwärtigen Erdepoche keine vulkanischen Erscheinungen mehr vorgekommen sind. Die böhmischen Thermen liegen in Gebieten der letzteren Art. Auf der andern Seite kommen auch ausgedehnte basaltische Berggruppen ohne heiße Quellen vor.

In der Regel bleibt der Wärmegrad der Thermen gleich, doch fand man einige nach längeren vulkanischen Ausbrüchen in ihrer Nachbarschaft wärmer geworden.

Auffallend ist, daß die heißen Quellen oft ziemlich rein sind und weniger mineralische Stoffe aufgelöst enthalten, als viele kalte. Es sind daher die „Thermen" von den „Mineralquellen" in heilkünstlerischer Hinsicht zu unterscheiden.

Es ist sonderbar und gegenüber der immer dringender werdenden Rücksicht für die Erhaltung unserer Wälder geradehin tadelnswerth, daß man die warmen Quellen, deren es so viele über 40° R. giebt, noch so äußerst wenig zur Heizung benutzt. Als Muster steht in dieser Hinsicht die kleine Stadt Chaudes-Aigues im französischen Departement Cantal, welche sieben Achtel von ihren 350 Häusern mit ihrer 64° R. warmen oder vielmehr heißen Quelle durch eine zweckmäßige Röhrenleitung vom November bis April ununterbrochen erwärmt, was nach Berthier's Berechnung den nachhaltigen Ertrag einer Waldfläche von ungefähr 2100 Berliner Morgen (540 Hektaren) gleichkommt.

Der große Geysir auf Island, ohne Zweifel die berühmteste und großartigste heiße Quelle der Erde, hat in neuerer Zeit durch den Amerikaner Pliny Miles eine pittoreske Beschreibung erfahren, die ich hier um so lieber wörtlich einschalte, als sie uns zu gleicher Zeit ein Bild von dem ganzen Charakter jener so höchst merkwürdigen Oertlichkeit giebt*).

„Montag den 26. Juli brachte ich an den Geysern zu. Sie dringen am Fuße eines etwa dreihundert Fuß hohen Hügels aus dem Boden. Die meisten heißen Quellen, welche ich in Island gesehen habe, befinden sich am Fuße von Hügeln. Die Geyser liegen auf beinahe ebenem Boden, der sich ein wenig

*) Eine Nordfahrt. Streifzüge in Island, von Pliny Miles. Leipzig bei C. B. Lorck 1855.

von den Hügeln hinwegneigt, und bedecken eine Fläche von mehr als funfzig Ackern. Die Zahl der Quellen beträgt mehr als hundert, und sie sind von jeder erdenklichen Größe und Form: bald sehr groß, bald sehr klein und fast wasserlos. Der große Geyser — der Geyser par excellence — nimmt bei weitem die meiste Beachtung in Anspruch, da er durch seinen großen Umfang, durch die Wassermenge, welche er ausströmt und durch die Großartigkeit und die Herrlichkeit seiner Ausbrüche unvergleichlich in der Welt dasteht. Er befindet sich auf einer kleinen Anhöhe, die er sich selbst gemacht hat, — einem hohlen Felsen oder einer versteinerten Masse, welche durch einen kieselhaltigen Niederschlag aus dem Wasser gebildet worden ist. Wenn man sich der Stelle nähert, so sieht man bald an der über dem großen Geyser schwebenden Dampfmenge, wo derselbe ist. Ich ging bis zu seinem Rande vor und sah ihn vollkommen ruhig, wie ein schlafendes Kind daliegen. Seine Form ist genau die einer Untertasse, und er sieht rund aus, obgleich er ein wenig elliptisch ist. Dem Maaße nach hält der größere Durchmesser sechsundfunfzig und der kleinere sechsundvierzig Fuß. Als ich an diese Untertasse trat, fand ich sie mit heißem, krystallhellem Wasser gefüllt, dessen Temperatur nach Fahrenheit's Thermometer 209 Grad, also nur 3 Grad unter dem Siedepunkte war. Das Becken selbst ist vier Fuß tief und hat in der Mitte ein rundes Loch, oder wie man es nennt, eine Pfeife, welche wie ein Brunnenloch in die Erde hinabgeht. Oben, wo sich diese Pfeife in das Becken öffnet, hat sie einen Durchmesser von 16 Fuß, der aber weiter unten schnell auf 10 Fuß zusammenschwinden soll. Sie ist rund, glatt und gerade und soll, nach den Angaben derjenigen, die sie gemessen haben, lothrecht 65 Fuß tief hinabgehen. Der Felsengrund und die Seiten des Beckens und der Pfeife sind glatt und von heller, fast weißer Farbe. Die Dampfmenge, welche von der Oberfläche entwich, war bedeutend, aber noch lange nicht so groß, als ich sie von einer solchen Masse heißen Wassers vermuthet hätte. So sieht diese merkwürdige Quelle im stillen Zustande aus und sie scheint wirklich kein gefährlicher oder unruhiger Wasserbehälter zu sein. Wenn sich der Geyser in Thätigkeit befindet, verhält sich die Sache ganz anders. Als ich am Abend hinkam, war das Becken nicht mehr als zur Hälfte gefüllt gewesen, aber am folgenden Morgen war es voll und lief über, obgleich die daraus abfließende Wassermenge nicht sehr groß ist. Wenn sich die Quelle in ruhigem Zustande befindet, so sieht

man in der Mitte des Beckens gerade über der Pfeife ein leichtes Wallen als ob es koche. Einmal da, mußten wir warten, bis er sich in Bewegung setzen würde, denn die Ausbrüche folgen sich in sehr unregelmäßigen Zwischenräumen, zuweilen des Tages mehrmals, mitunter aber auch nur einmal in zwei bis drei Tagen. Da ich wußte, daß der Geyser jeden Ausbruch durch das Abfeuern von Signalschüssen ankündigt, so nahm ich mir die Zeit, die Gegend zu durchwandern und zu besichtigen, was zu sehen war. Ich las einige schöne Exemplare von versteinertem Rasen auf, dessen sämmtliche Wurzeln und andere vegetabilische Theile sich in Stein verwandelt hatten. Funfzehn bis zwanzig Schritte westlich vom Geyser befindet sich eine Schlucht von 30 bis 40 Fuß Tiefe mit beinahe senkrechten Wänden. Ich stieg hinab und fand darin einen kleinen Bach von warmem Wasser, dessen Ufer aus vulkanischen Stoffen und rother Erde bestanden. Ich vernahm ein murmelndes Geräusch im Ufer, ging darauf zu und fand eine kleine Schlammquelle, welche heiße dampfende Thonblasen aufwarf. Während ich in dieser Schlucht war, hörte ich plötzlich einen Schall, als ob in einer Entfernung von ein bis anderthalb Stunde Kanonen abgefeuert würden, und doch schien er aus meiner Nähe und unter dem großen Geyser hervorzukommen. Es waren die unterirdischen Explosionen, welche stets einem Ausbruche vorangehen. Ich lief zu dem Geyser hin und sah hier das Wasser in heftiger Aufregung kochen, während eine bedeutende Menge Luft aus der Röhre an die Oberfläche kam. Dies war aber Alles; nur ein falscher Lärm und kein Ausbruch. Sofort begab ich mich auf einen neuen Entdeckungszug in das Quellengebiet. Ich hörte ein starkes Brodeln gegen den Fuß des Hügels in Westen, und ging darauf zu, um zu sehen, was die Ursache davon sei. Etwa 150 Schritte vom großen Geyser fand ich einen Dampfstrahl, der aus einem Erdloche kam, und tiefer, als ich sehen konnte, hörte ich das Sprudeln von siedendem Schlamme. Hier bemerkte ich auch Ablagerungen von schöngefärbtem Thon, die, wie ich gehört hatte, eine Eigenthümlichkeit der heißen Quellen auf Island bilden. Er war feucht, befand sich in einem Zustande wie Glaserkitt, und lag in Schichten von verschiedenen scharfgesonderten Farben da. Am häufigsten waren die rothen, blauen und weißen. Er war äußerst feinkörnig und schön, und ich konnte mich des Gedankens nicht enthalten, daß er als Malerfarbe von bedeutendem Werthe sein würde, wenn man ihn sammelte. Ich scharrte eine Quantität

davon zusammen, mußte aber die Proben mit Widerstreben zurücklassen, da es mir an passenden Gefäßen zur Fortschaffung mangelte und ich noch eine weite Reise vor mir hatte. Etwa 150 Schritte südwestlich vom großen Geyser kam ich an zwei tiefe Teiche von klarem aber heißem dampfenden Wasser. Sie schienen von 2 Quellen gebildet zu werden, und waren von unregelmäßigen Umrissen, jeder 10 bis 15 Fuß breit und an 30 Fuß tief. Das Wasser war so hell, daß ich bis auf den Grund sehen konnte. Sie wurden durch eine schmale felsige Scheidewand getrennt, die, ebenso wie die Seitenwände, eine kieselhaltige Ablagerung oder Versteinerung aus dem Wasser selbst zu sein schien. Als ich bis nahe an den Rand ging und sie nach ihrem ganzen Umfange umwanderte, bemerkte ich, daß das Gestein auf allen Seiten so über das Wasser hing, daß ich recht gut darunter sehen konnte; die Kruste war am Rande äußerst dünn und sah wahrhaft schauerlich aus. Man könnte sehr leicht geradewegs in diese Quellen, oder vielmehr in diese Doppelquelle, laufen, denn sie sind ganz voll Wasser und liegen auf ebenem Boden. Ich sah sie nicht eher, als bis ich dicht am Rande war. Ein neuerer Reisender sagt, daß sein Führer zu wiederholten Malen über die schmale Steinscheidewand zwischen den beiden Teichen gelaufen sei. Wäre er hineingefallen, so würde er auf dieser Welt nie wieder ein warmes Bad nöthig gehabt haben, welches Schicksal seiner auch in jener harren mochte. Hierauf zeigte mir der Führer den Strokkr oder den neuen Geyser, wie ihn Sir John Stanley nennt. Dies ist nur ein Erdloch, wie ein Brunnen, welches weder ein Becken bildet, noch einen erhöhten Rand besitzt. Es hat oben neun Fuß im Durchmesser und verengt sich allmälig bis auf etwa 5 Fuß. Der Strokkr — das Wort bedeutet Aufreger — ist eine höchst eigenthümliche Quelle. Ich blickte hinab, und sah das Wasser etwa 20 Fuß unter mir heftig kochen. Er liegt 131 Schritte südlich vom großen Geyser. Während ich noch hineinschaute, hörte ich ein Geräusch und sah, als ich aufblickte, in geringer Entfernung Wasser und Dampf in die Höhe kommen. Dies war, wie mir der Führer sagte, der kleine Geyser. Er befindet sich 106 Schritte südlich vom Strokkr. Ich ging zu ihm hin, und fand einen unregelmäßigen aber umfangreichen Wasserstrahl, der mit bedeutendem Lärme 8 bis 10 Fuß hoch stieg. Er spielte etwa 5 Minuten lang und wich dann wieder hinab. Ich fand, daß er den ganzen Tag über in ziemlich regelmäßigen Zwischenräumen von etwa einer halben Stunde auf gleiche Weise

spielte. Gegen Mittag, es mochten seit dem ersten Allarm 2 Stunden verstrichen sein, vernahm ich die Singnalschüsse des großen Geysers von Neuem. Die Explosionen — ziemlich ein Dutzend an der Zahl, — folgten schnell aufeinander und klangen wie das Abfeuern von Artillerie auf dem Meere in 1 bis 1½ Stunde Entfernung. Ich eilte hin und sah das Wasser in heftiger Aufregung. In Kurzem stieg es in einer Säule oder Masse gerade über der Pfeife 6 bis 8 Fuß hoch. Es wich jedoch bald zurück und sank wieder, nachdem das Wasser in dem Becken bis zum Ueberlaufen gekocht hatte, die Röhre hinab, daß das Becken fast ganz leer wurde. Auch diesmal sollten meine Hoffnungen getäuscht werden, da die Eruption nicht stärker wurde. Es dauerte 2 bis 3 Stunden, ehe sich das Becken auf's Neue mit Wasser anfüllte. Gegen 4 Uhr hörte ich die Schüsse abermals und lauter als vorher. Der Führer rief mich, und wir liefen bis nahe an den Rand des Beckens. Die Explosionen hielten wohl 2 Minuten lang an, wobei das Wasser in heftige Aufregung gerieth und das Becken bis zum Ueberströmen füllte, und dann brach der Wasserstahl mit einem Schlage, der mich beinahe zu Boden warf, hervor. Das Wasser schoß in einer ungeheuren, volle 10 Fuß dicken Säule senkrecht empor, wobei es sich ein wenig in verschiedene Strahlen sonderte. Ein solches Schauspiel vermögen keine Worte zu beschreiben. Die Höhe der Wassersäule betrug, so viel ich beurtheilen konnte, 70 bis 75 Fuß. Der furchtbare Lärm, womit die nachdrängenden Massen die Quelle im Spielen erhielten, klang, als ob tausend Dampfmaschinen ihren Dampf durch einen Teich von siedendem Wasser ausströmen ließen. Der Ausbruch war auch von einer großen Dampfmenge begleitet, die aber nicht hinreichte, um das Wasser zu verbergen. Wir standen, während die Quelle spielte, was 6 bis 8 Minuten dauerte, in vollkommener Sicherheit, keine 40 Fuß davon. Endlich wurde die Wassersäule niedriger und niedriger, und 2 bis 3 Minuten darauf war Alles in die Röhre hinabgesunken, sodaß das Becken völlig und selbst die Röhre bis auf etwa 10 Fuß leer wurde. Jetzt hatte ich zum ersten Male Gelegenheit, in diese hinabzuschauen. Die Bewegung des Wassers hatte fast ganz aufgehört, aber es stieg langsam aufwärts. Nach 2½ Stunden war das Becken wieder bis zum Ueberströmen angefüllt. Den zuverlässigsten Schätzungen nach ist die größte Höhe, welche der Wasserstrahl des großen Geysers erreicht, 90 bis 100 Fuß.

Der Strokkr ist fast eben so merkwürdig und interessant wie der große Geyser. Obgleich er weniger großartig ist, wirft er doch seinen Wasserstrahl höher und weiter, und in Folge der Unregelmäßigkeit seiner Röhre, auch wechselvoller. Diese Röhre ist uneben und etwas gekrümmt, wie die Flinte des Irländers, die dazu gemacht war, um die Ecke zu schießen. In Bezug auf sämmtliche Geyser oder Springquellen von Island scheint die Regel zu gelten, daß, je größer sie sind, desto seltener ihre Ausbrüche werden. Der große Geyser giebt, so viel ich erfahren kann, seine höchsten Eruptionen nicht öfter als einmal des Tages, der Strokkr gewöhnlich ein- bis zweimal, und der kleine Geyser alle 30 bis 40 Minuten. Man kann den Strokkr zum Springen nöthigen, indem man Steine oder Rasen hineinwirft. Die ersteren verstopfen ihn zuweilen, aber Rasen thut dies nicht und bringt überdies eine schönere Wirkung hervor, da er dem Wasser ein schwarzes, tintenartiges Aussehen ertheilt. Ich ließ meinen Führer eine Quantität Rasen mit dem Spaten abstechen und am Rande der Quelle aufhäufen. Dann warfen wir ihn in Mengen von mehreren Scheffeln auf einmal in die Röhre. Das Wallen hörte ziemlich ganz auf und wir blickten eine Zeit lang mit großem Interesse hinab; unsere Aufforderung schien jedoch keine Ausbrüche hervorbringen zu wollen. Wir gingen einige Schritte weit fort und dachten bereits, daß diese Methode, einen Ausbruch hervorzubringen, nicht unfehlbar sei, als plötzlich ein furchtbarer Knall erfolgte und die schmuzige Wassersäule hoch empor geworfen wurde. So viel ich beurtheilen konnte, stieg das Wasser volle 130 Fuß hoch. Die Explosiv- oder vielmehr die Eruptivkraft war nicht ganz so regelmäßig, wie bei dem großen Geyser, sondern ließ auf Augenblicke nach und erneuerte sich wieder, so daß die Höhe der Säule mitunter nicht mehr als 70 bis 80 F. betrug. Wie schwarz und tintenartig das Wasser aussah! Mitunter sahen wir große Rasenstücke hoch in die Luft fliegen. Ich weiß nicht wie es kam, aber nach der ersten Ueberraschung fühlte ich einen ganz unwiderstehlichen Reiz zum Lachen, dem ich auch nachkam, da ich dies für eine sehr unschuldige Leibesübung halte. Nachdem der Strokkr ziemlich eine Viertelstunde gespielt hatte, begann er niedriger zu werden und setzte sich allmälig. Er brauchte jedoch noch einige Zeit, um das schwarze Erbrechen, welches ihm die Erde und der Rasen, die wir ihm eingegeben hatten, verursachten, zu überwinden. Nachdem das Wasser unter die Erdoberfläche gesunken war, kam es zu wieder-

holten Malen wieder herauf und schoß, wie von einer Explosion getrieben, nicht nur hoch, sondern auch weit. Das niederfallende Wasser benetzte die Erde im Umkreise von 20 bis 30 Fuß von der Röhre. Ich hob einige kleine Grasbüschel, welche wieder mit herausgekommen waren, auf, und fand sie buchstäblich gekocht."

Die Mineralquellen, zum Theil gleichbedeutend mit Heilquellen und Gesundbrunnen, sind nur durch ihren bemerkenswerth größeren Gehalt an aufgelösten Stoffen, nicht durch diese überhaupt von den gewöhnlichen Quellen und anderem süßen Wasser verschieden, denn wir wissen, daß chemisch reines, also gar keine aufgelösten Stoffe enthaltendes Wasser nirgends vorkommt. Deshalb ist streng genommen eigentlich jede Quelle eine Mineralquelle, und die Mineralquellen beruhen nicht auf einem wesentlichen, sondern nur auf einem graduellen Charakter. Ueberhaupt sind nur wenige Quellen durch auffallende Reinheit ausgezeichnet. Als solche wird eine Quelle des Tafelberges am Vorgebirge der guten Hoffnung und eine bei Helsingborg angeführt. Daß solche ganz reine Quellen, also auch der Kohlensäure ermangelnde, nicht auch zugleich die angenehmsten zum Trinken sind, ist bereits früher bemerkt worden.

Man theilt die Mineralquellen nach dem Vorwalten der darin gelösten Stoffe in Sauerbrunnen, Salzquellen, Bitterwasser und Schwefelwasser ein.

1. Die Sauerbrunnen oder Säuerlinge bilden die zahlreichste und ansehnlichste Familie der Mineralquellen und sind durch ihren Reichthum an freier Kohlensäure charakterisirt. Diese giebt sich dadurch zu erkennen, daß sie in ihrem Drange, aus dem Wasser zu entweichen, in dem austretenden Wasser ein Perlen und Schäumen veranlaßt und dem Wasser einen prickelnden säuerlichen Geschmack giebt, den wir vom Selterser Wasser her alle kennen, abgesehen von dem sonstigen, durch andere gleichzeitig beigemischte Stoffe dem Wasser eigenen, Geschmacke. Nächstdem verleiht die entwichene, aber ihrer Schwere wegen auf der Wasserfläche ruhende Kohlensäureschicht dem Wasser einen etwas stechenden Geruch. Nach dem Verhältnisse, in welchem die Kohlensäure mit andern Stoffen zugleich in dem Quellwasser enthalten ist, unterscheidet man echte Säuerlinge, alkalische und Eisensäuerlinge. Die ersteren sind zuweilen in einem so hohen Grade sauer, daß man, obgleich

ohne Grund, von mancher bezweifelt hat, daß die Kohlensäure allein die Ursache davon sei. Die alkalischen Säuerlinge erhalten durch ihren oft bedeutenden Gehalt an alkalischen und erdigen Substanzen neben dem sauren den bekannten laugenhaften Geschmack, den das Selterser, Fachinger, Geilnauer, Schwalbacher, Emser, Pyrmonter und viele andere der bekanntesten Säuerlinge, die hieher gehören, haben. Die Eisensäuerlinge, die eigentlich sogenannten Stahlwasser, erhalten durch einen bedeutenden Gehalt an durch Kohlensäure gebundenes Eisenoxydul einen zusammenziehenden, tintenartigen Geschmack. Da die Kohlensäure sehr leicht aus der Verbindung entweicht, so bilden solche Quellen an ihrem Austrittspunkte und in ihrem weiteren Laufe oft beträchtliche Fällungen von gelbbraunem Eisenocher.

2. Die wichtigsten von allen mineralischen Quellen sind die Salz- oder Soolquellen, denn sie liefern uns einen großen Theil des in seiner Wichtigkeit früher (S. 268) besprochenen Kochsalzes, besonders in den mittlen Höhen der Continente. Bei der in neuerer Zeit mehr und mehr nachgewiesenen großen Verbreitung des Steinsalzes, welches man früher fast allein der Trias — deshalb sonst auch Salzformation genannt — zuschrieb, kann man nicht mehr daran zweifeln, daß die Salzquellen sich durch ihr Umspülen von Steinsalzlagern mit diesem wichtigen Stoffe beladen; denn von einem Durchsickern derselben wie bei andern Gebirgsarten ist nicht die Rede, weil das Steinsalz sich stets durch ein dichtes, unzerklüftetes Gefüge auszeichnet. Ohne diese Eigenschaft des Steinsalzes und ohne dessen beständige Umkleidung von einem, für Wasser beinahe undurchdringlichen, Salzthon würde bei der großen Löslichkeit des Kochsalzes es vielleicht mehr Salzquellen als süße geben.

Kaltes oder mäßig warmes Wasser kann in hundert Gewichtstheilen nicht mehr als 26 bis 27 Gewichtstheile Salz auflösen*), naht dem Siedepunkt nur noch 2 Procent mehr. In diesem Verhalten liegt das unumgängliche Verfahren der Salinenkunde vorgeschrieben: man kann das Kochsalz nicht anders als durch Verdampfen alles Wassers der Soole gewinnen, während man bei anderen Salzauflösungen, z. B. Salpeter und Alaun, schneller zum Ziele kommt, indem diese letzteren in siedendem Wasser sich in bedeutend größerer Menge auflösen, als in kaltem und demnach nach dem Erkalten einer

*) Auf S. 19 steht durch einen Druckfehler 36, was in 26 umzuändern ist.

gesättigten Alaun= oder Salpeterlösung das Mehr krystallinisch ausgeschieden werden muß, was die erkaltete Lösung nicht mehr in Lösung zu halten vermag. Alaunhaltige Erden brauchen also nur mit möglichst heißem Wasser behandelt zu werden, aus welchem der Alaun, der sich dabei darin aufgelöst hat, bei dem Erkalten herauskrystallisirt.

Die Salzquellen, welche nichtsdestoweniger noch versotten werden, enthalten oft nur wenige Procente Salz, es kommen aber auch reichere vor bis zur Sättigung. Der Salinist bezeichnet dies durch löthig, z. B. vier=, zehnlöthig, wenn in 100 Pfund Soole 4 oder 10 Pfund Salz enthalten sind.

Wie das salzhaltige Meerwasser nicht bei 0°, sondern je nach seinem Salzgehalte erst bei einer niedrigeren Temperatur gefriert, so siedet auch die Soole je nach ihrer größeren Löthigkeit erst bei mehr als 80° R.

Eine	5	löthige	Soole	siedet	bei	$80\frac{4}{5}$° R.
=	9	=	=	=	=	$81\frac{1}{2}$ =
=	12	=	=	=	=	$82\frac{1}{3}$ =
=	16	=	=	=	=	$83\frac{1}{4}$ =
=	19	=	=	=	=	84 =
=	22	=	=	=	=	$84\frac{4}{5}$ =
=	$24\frac{1}{2}$	=	=	=	=	$85\frac{1}{2}$ =
=	27	=	=	=	=	$86\frac{1}{3}$ =
=	28	=	=	=	=	$86\frac{4}{5}$ =

Man sieht demnach, daß mit der Zunahme des Sättigungsgrades eine immer höhere, bis $6\frac{4}{5}$° über den Siedepunkt bei gewöhnlichem Luftdrucke gehende, Hitze erforderlich ist. Diese Wärmegrade können nur durch einen höheren Luftdruck vermittelst einer festschließenden Ueberdachung der Siedepfanne erzielt werden. Zu dieser Unbequemlichkeit kommt noch die weitere, daß die Soole mit der zunehmenden Concentration immer weniger Wasser als Dampf entweichen läßt, als bei gleicher Heizung und gleichem Drucke reines Wasser entweichen lassen würde. Wenn z. B. reines Wasser 100 Pfund verliert, so verliert unter gleichen Umständen eine bereits bis zur Zwanziglöthigkeit eingedampfte Soole nur 66 Pfund. Diese Erschwerungen der Versiedung der Soole werden einigermaaßen dadurch vermindert, daß dieselbe ein um ein Fünftel größeres Wärmeleitungsvermögen besitzt und eine geringere Wärmecapicität hat, d. h. weniger Brennstoff be=

darf, um mit Wasser auf einen gleichen Grad erwärmt zu werden; dieselbe Wärme, welche 100 Pfund einer 20—25 löthigen Soole auf 80° R. erwärmt, vermag blos 85 Pfund reines Wasser auf denselben Wärmegrad zu bringen.

Die Winterarbeiten der Salinen müssen natürlich durch das schwerere Gefrieren der Soole unterstützt werden. Schon eine zweilöthige Soole friert erst bei etwas über — 1° R., eine funfzehnlöthige bei — $9\frac{1}{4}$° R.

Zur Erkennung des Gehaltes einer Soole bedient sich der Salzsieder eines sehr einfachen Instrumentes, der Salz- oder Soolspindel, welche, in die Soole getaucht, ihm eben so den Salzgehalt angiebt, wie der Alkoholometer den Weingeistgehalt einer Flüssigkeit.

Daß der auf diese Weise angezeigte Salzgehalt nicht allein Kochsalz ist, sondern auch andere in der Soole mit gelöste Salze begreift, geht aus früheren Aeußerungen hervor. Die Salzspindel zeigt nur den Rohsalzgehalt an, d. h. den Inbegriff aller in der Soole aufgelösten festen Stoffe. Wie dieses Rohsalz neben dem Kochsalze weiter zusammengesetzt sei, das würde der Chemie wahrscheinlich zum Theil wenigstens unbekannt geblieben sein, wenn dessen Kochsalz nicht gewonnen werden müßte; denn dadurch werden viele Tausende von Würfelfußen Soole eingedampft und so, nach Gewinnung des Kochsalzes, in der zurückbleibenden Mutterlauge auch von den in verschwindend kleinen Antheilen in der einfachen Soole enthaltenen Stoffen hinlängliche Mengen nachweisbar gemacht, welche dem Chemiker in seinen Kolben in einigen Pfunden verdampfter Soole unnachweisbar bleiben würden.

Allgemein, jedoch nur in geringer Menge, in den Soolen verbreitet ist kohlensaurer Kalk, kohlensaure Bittererde (Dolomit) und kohlensaures Eisenorydul (Spatheisenstein) — alle drei durch die ebenfalls keiner Soole abgehende Kohlensäure gelöst. Großentheils schon während des Gradirens verläßt diese letztere sehr schnell jene drei Verbindungen und die drei genannten Stoffe treten aus der Soole aus, namentlich in der Dornwand der Gradirhäuser.

In größerer Menge noch, und zwar vielleicht als ein ebenso unausbleiblicher Begleiter des Kochsalzes in der Soole wie in den Steinsalzlagern, findet sich in dieser der schwefelsaure Kalk, Gyps, und zwar meist in dem Verhältnisse, in welchem er überhaupt im Wasser löslich ist, 1 Pfund in 400 Pfund

Wasser, weshalb die meisten Soolen gesättigte Gypslösungen sind. In dem Maaße, als das Lösungsmittel des Gypses, das Wasser, durch die Verdampfung sich vermindert, muß nach dem uns bekannten Vorgange der Gyps ausgeschieden werden, wobei dieser theils mit den zuerst sich bildenden Salzkrystallen als Pfannenstein auf dem metallenen Boden der Pfanne festbrennt, oder zu einem Antheile, aber in unschädlicher Weise, das Salz verunreinigt.

Neben diesen schwerlöslichen allgemein verbreiteten Salzen der Soolquellen kommt in diesen eben so allgemein ein außerordentlich leicht lösliches, die salzsaure Bittererde, vor. Es bleibt vollständig in der Mutterlauge zurück und kann das gewonnene Kochsalz höchstens dadurch verunreinigen, daß es zwischen dessen Krystallen eingeschlossen wird. Die Verunreinigung des Kochsalzes mit salzsaurer Bittererde macht jenes leicht zerfließlich, weil die letztere auch aus anscheinend trockner Luft das Wasser begierig ansaugt und dadurch zerfließt.

Endlich kommen noch in jeder Soole, aber nie zugleich, sondern einander ausschließend, zwei weitere leicht lösliche Salze vor, die salzsaure Kalkerde (Chlorcalcium) und die schwefelsaure Bittererde oder Bittersalz. Man kann daher die Soolquellen in Chlorcalcium-Soolen und in Bittersalzsoolen unterscheiden. Folgende kleine Tabelle giebt die wesentlichen Bestandtheile von je drei Quellen der ersten und der zweiten Art an:

Salze:	Chlorcalciumquellen:			Bittersalzquellen:		
	Sulze in Mecklenburg	Westerkotten in Westphalen	Halle	Artern	Staßfurth	Lüneburg.
Kochsalz	4,51	7,43	17,72	2,45	16,22	24,60
Gyps	0,10	0,18	0,46	0,43	0,48	0,34
Kohlensaure Erden	0,01	0,97	0,01	0,01	0,03	0,01
Kohlensaure Bittererde	0,30	0,09	0,40	0,06	0,16	0,13
Salzsaure Kalkerde (Chlorcalcium)	0,50	0,23	0,13	—	—	—
Bittersalz	—	—	—	0,01	0,20	0,24

Außer den oben besprochenen steten Begleitern des Kochsalzes in den Soolquellen kommen noch andere wandelbare und nur in sehr geringen Mengen vorhandene Salze vor, welche in vorstehender Tabelle als kohlensaure Erden zusammengefaßt sind.

Die schwachen Soolen müssen vor dem Versieden erst gradirt werden, um Brennstoff zu ersparen, d. h. sie müssen in der Dornwand der bekannten Gradirhäuser in Millionen Tropfen zertheilt und dann unten in Fallkästen wieder gesammelt werden, nachdem die Soole bei der langen Wanderung durch die Dornwand, namentlich bei trockenem windigen Wetter, durch Verdunstung einen Theil des Wassers, aber, wie wir wissen, kein Salz verloren hat, also in dem Fallkasten salzreicher ankommt*).

Bei der unzweifelhaften Abstammung des Salzgehaltes der Soolquellen von Steinsalzlagern oder Stöcken konnte man sich leicht zu der Meinung verleitet sehen, daß man dieselben desto reicher oder wohl das Steinsalz selbst finden müßte, je mehr man die Bohrlöcher vertiefte. Beides ist nun zwar in mehren Fällen gelungen, aber eben so häufig ist das Gegentheil eingetreten, indem man die Soolschicht durchsunken und auf eine Süßwasserschicht gestoßen war und dadurch die Soole verschlechterte oder auch wohl ganz verlor.

Wir begegnen in den Salzseen dem Kochsalze in den „Gewässern des Festlandes“ noch einmal.

3. Die dritte Klasse der Mineralbrunnen, die Bitterwässer, sind die am wenigsten häufig vorkommenden. Sie zeichnen sich durch ihren bittern Geschmack aus, welcher von schwefelsaurer Bittererde herrührt. Die am längsten bekannten Bitterwässer sind die von Epsom in der englischen Grafschaft Surrey, weshalb das hier am frühesten gewonnene Bittersalz auch jetzt noch zuweilen englisches oder Epsom-Salz genannt wird. Das Saidschitzer und Püllnaer Bitterwasser aus dem Saatzer Kreise Böhmens ist bekannt. Am reichsten an solchen Quellen ist das asiatische Rußland.

4. Die Schwefelwässer sind leicht kenntlich durch ihren Geruch nach faulen Eiern, welchen sie ihrem Gehalte an Schwefelwasserstoff verdanken. Beim Austreten aus dem Boden Anfangs vollkommen klar, trüben sie sich sehr bald und lassen den Schwefel als ein gelblichweißes Pulver zu Boden fallen, weshalb die Ränder der Quellenfassung sich mit einem reichlichen Bodensatze dieses Schwefelpulvers zu bedecken pflegen. Leichter als durch den Geruch und den etwas süßlichen Geschmack sind selbst sehr schwache Schwefel-

*) Hinsichtlich der weiteren Vorgänge bei der Salzsiederei verweise ich auf das Buch von Meyn, welches auf S. 257 näher bezeichnet ist.

quellen dadurch zu erkennen, daß eine hineingelegte Silbermünze in kurzer Zeit schwarz wird. Die Schwefelwässer kommen kalt und als Thermen vor. Die kalten enthalten mehr Schwefelwasserstoff als die heißen und sind daher, wenn es bei ihrer Anwendung auf diesen Gehalt besonders ankommt, die gesuchteren, zugleich aber sind sie auch die seltenen. Westphalen ist am reichsten an kalten Schwefelquellen (Nenndorf, Eilßen, Bentheim, Coppenbrügge), neben welchen in Süddeutschland die von Weilbach in Nassau und von Boll in Würtemberg zu nennen sind. Von warmen Schwefelquellen sind am berühmtesten die seit uralter Zeit in Ruf stehenden Aachner und Burtscheider, von + 34½ und 60° R., die von Wildbach in Gastein, Warmbrunn und die zum Theil schon den Römern bekanntn Pyrenäenbäder von Bagnères und von Bareges. Die stärksten bekannten Schwelfewässer sind die kleinen Flüsse von Cuitimba und San Pedro am Fuße des mexikanischen Vulkanes Jorullo, welcher im Juni 1759 entstand und bis Anfangs September bis zu 1600 F. Höhe emporgetrieben wurde. Diese Flüßchen bilden bei ihrem Austritte kleine Wasserfälle und stehen offenbar zu dem Vulkanismus in Beziehung.

Hier muß noch der künstlichen Mineralquellen, warmer sowohl wie kalter, gedacht werden. Einige nahe und in ihren Bestandtheilen sehr verschiedene böhmische Quellen, namentlich die von Bilin, Teplitz, Püllna und Saidschitz, gaben dem Apotheker Friedrich Adolph August Struve in Dresden Veranlassung, deren künstliche Nachahmung zu versuchen. Indem er die Steinarten, aus denen jene Quellen hervorgehen, in Wasser in ähnlichen Verhältnissen auflöste, in welchen sie im Schooße der Erde aufgelöst werden mögen, stellte er nach bald immer besser gelingenden Versuchen künstliche Mineralwässer her, welche bald in den bekannten „Struve'schen Trink-Anstalten" Dresdens und mehrer anderer großen Städte den natürlichen eine nicht unbedeutende Mitbewerbung entgegensetzten, gegen welche sich natürlich die „Brunnenärzte" anfangs stark ereiferten, aber bald zugeben mußten, daß in der Wirkung der natürlichen und künstlichen Mineralwässer kaum ein Unterschied nachweisbar sei.

Beiläufig führten die Struve'schen Wässer den Beweis von der Richtigkeit der Theorie der Mineralquellen, welche auf dem uralten, aber Jahrhunderte lang nicht gewürdigten Satze beruht: aqua talis, qualis terra, per quam fluit (das Wasser ist so beschaffen, wie es der Boden, durch den es

fließt, mit sich bringt); sie bewiesen, daß die überall geltenden physikalischen und chemischen Gesetze auch hier allein wirksam sind. Struve vertrieb vollends aus den Kurorten „den Brunnengeist", dem man in geheimnißvoller Weise die Heilkraft der Quellen zuschrieb. Leider konnte er den unsaubern Geist des Hazardspiels nicht mit vertreiben.

In anderer Weise kann man den entschwundenen Brunnengeist als wieder auferstanden ansehen, nämlich in sofern, als die neuere Schule der Heilkunst mehr und mehr zugeben muß, daß es bei vielen Gesundbrunnen nicht sowohl ihr besonderer chemischer Charakter ist, was den Leidenden Linderung oder Heilung verschafft, sondern der reichliche Genuß namentlich warmen Wassers, Bäder, eine regelmäßige gesunde Kost, Luftveränderung, Bewegung, Ruhe vom Geschäfte und erheiternder Umgang, mit einem Worte — „der Brunnengeist."

Neben den, als Heilquellen eine gemeinsame Bedeutung habenden, Mineralquellen sind endlich noch die Salpeter-, Naphtha-, Cement- und inkrustirenden Quellen zu nennen.

Die Salpeterquellen kommen namentlich häufig in Ungarn und Siebenbürgen vor, in letzterem Lande vorzüglich an dem Flusse Szamos. Sie enthalten salpetersaures Kali (Kali- oder gemeinen Salpeter, verschieden von dem sogenannten Chilisalpeter, welches Natronsalpeter ist) und geben Gelegenheit zur Gewinnung dieses namentlich in der Schießpulverbereitung wichtigen Salzes. Nach ihrem Austritte sammeln sich die Salpeterquellen oft zu kleinen stehenden Lachen und vertilgen allen Pflanzenwuchs. Wenn diese Lachen dann in der heißen Jahreszeit verdampfen, so hinterlassen sie auf dem Erdboden eine Kruste von Salpeterkrystallen.

Von den Naphtha- oder Bergölquellen gehören nur diejenigen hierher, welche an sich Wasserquellen sind, die auf ihrem Wege Bergöl antreffen und in sich aufnehmen. Das Bergöl, eine leicht entzündliche ölartige Kohlenwasserstoffverbindung, ist eins der Zersetzungsprodukte der Steinkohlen und anderer organischen Stoffe in den Schichten der Erdrinde. Dergleichen Quellen kommen an vielen Orten der Erde vor, besonders in vulkanischen Gebieten in der Nähe von Salzlagern und Salzsteppen und im Steinkohlengebirge. Am berühmtesten durch seine, zum Theil allerdings reinen, Bergölquellen ist Baku am nordwestlichen Ufer des Kaspischen See's, wo der Boden

an vielen Stellen seit tausend Jahren in hellem Feuer aufflammt*). Man gewinnt dort jährlich 10 Millionen Pfund des braunen trüben Erdöls und 3 Millionen Pfund wasserheller reiner Art, die vorzugsweise Naphtha genannt wird. In Süd-Italien und Sicilien ist Naphtha der Begleiter vieler Schlammvulkane oder Salsen (wegen ihrer Luftentwickelung auch Luftvulkane oder Macaluben genannt).

Die Cementquellen enthalten aufgelösten Kupfervitriol (schwefelsaures Kupferoxyd). Sie kommen sowohl als ansehnliche selbstständige Quellen wie auch als Grubenwasser in Erzgruben vor, und haben die Eigenschaft, hineingelegtes Eisen schnell mit einer dünnen Kupferschicht zu überziehen. Diese Erscheinung beruht darauf, daß die Schwefelsäure des Kupfervitriols eine nähere Verwandtschaft zu dem Eisen als zu dem Kupfer hat. Es verläßt demnach dieselbe das Kupfer, um sich mit dem Eisen zu schwefelsaurem Eisenoxyd (Eisenvitriol) zu verbinden, während das verlassene Kupfer wieder metallisch wird. Auf diese Weise gewinnt man aus einigen Cementquellen, z. B. zu Neusohl in Ungarn, sogenanntes Cementkupfer, indem man altes Eisen in Cementquellen legt, auf denen sich nach und nach das Kupfer niederschlägt und dann davon durch Schmelzung wieder gesondert wird.

Der inkrustirenden Quellen ist schon im 4. Abschnitte von S. 183 an gedacht worden und es ist dem dort Gesagten nur noch Weniges hinzuzufügen. Eine der interessantesten Quellen dieser Art fand der Nordamerikanische Reisende Eli Smyth am Nordfuße des Taurus, welche, aus den Kalkfelsen des einen Ufers eines Flusses kommend, über diesen einen Brückenbogen gebildet hatte, unter welchem der Fluß seinen Lauf ungehindert fortsetzte. Schon 40—50 Fuß vom Flusse fängt die mächtige Kalktuffbildung an, welche sich nach und nach an das jenseitige Ufer hinüber dehnte. Weiter abwärts befindet sich an demselben Flusse noch eine zweite noch im Bau begriffene Brücke. Neben dem Becken, welches sich der große Geysir aus Kieselsinter gebaut hat, erwähne ich der überkieselnden Quelle von San Miguel del Fay in Catalonien, in der sich hineingelegte Gegenstände in kurzer Zeit mit einer Rinde aus kleinen Quarzkrystallen überziehen. Aber an das Wunderbare gränzt das, was man

*) Für Volger (a. a. O.) sind diese oft von gewaltigen Feuerausbrüchen begleiteten Naphthaquellen von Baku ein Beweis gegen den Vulkanismus im alten Sinne.

von einer heißen Quelle in Peru erzählt, welche nicht fern von der durch ihre Quecksilbergruben berühmten Stadt Huancavelica liegt. Das Wasser setzt nach seinem Austritte sehr schnell so viel fast weißen durchscheinenden Sinter ab, daß es sich darein zu verwandeln scheint. Die genannte Stadt ist ganz aus diesem Sinter erbaut, und um sich das Zuhauen der Bausteine zu ersparen, leitet man das Wasser in Quader-Formen, die sich bald mit der Steinmasse ausfüllen. Ja man sagt, daß man steinerne Statuen dadurch gewinne, daß man hohle Formen dazu dem Wasser entgegensetzt, welches dieselben ausfüllt*).

Wir müssen endlich uns hier noch des Dornsteines der Gradirhäuser erinnern, welcher auch die Soolquellen als inkrustirende Quellen erscheinen läßt. Da der in der Soole aufgelöste Gyps nur in einer großen Wassermenge löslich ist, so muß er, wenn durch das Verdunsten während des Hindurchtröpfelns der Soole durch die Dornwand diese immer wasserärmer wird, sich ausscheiden. Er überzieht dann bekanntlich das Reisig der Dornwand und vermag diese zuletzt, wenn man sie nicht erneuert, in ein korallenähnliches Gestein von großer Zähigkeit zu verwandeln.

Wir haben nur noch diejenigen Quellen besonders ins Auge zu fassen, welche nicht ununterbrochen fließen. Manche sind an die Jahreszeit und an die Witterung gebunden und diese haben wir als Hungerquellen bereits kennen gelernt. Man nennt sie jedoch auch temporäre Quellen. In dem Alpengebiete der Schweiz giebt es ziemlich viele dergleichen Quellen, welche nur vom Mai bis Oktober fließen und deswegen Mai- oder Frühlingsbrunnen heißen. Sie stehen wahrscheinlich mit dem Abschmelzen des ewigen Schnees und der Gletscher in Verbindung, welches während des Winters wegfällt.

Anders bedingt sind die aussetzenden oder intermittirenden Quellen, zu denen, wie wir gesehen haben, der große Geysir und der Strokkr gehören. Bei ihnen dauert die Unterbrechung nur kurze, meist ziemlich fest bestimmte Zeit, bei den einen wenige Minuten, bei andern wenige Stunden oder einige Tage.

Schon seit lange suchte man die Erscheinung des zeitweisen Ausbleibens

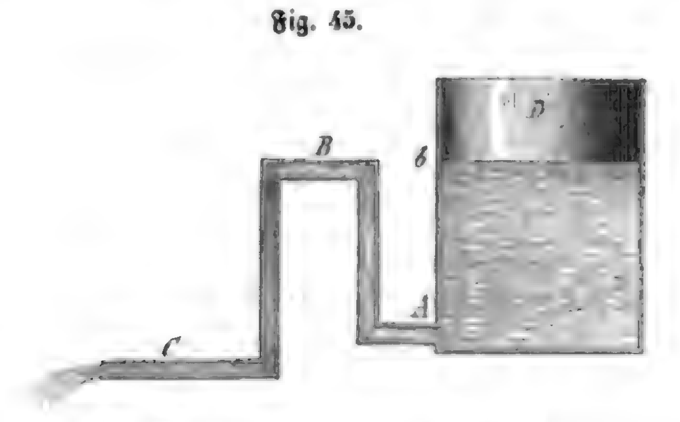
*) Berghaus, allgemeine Länder- und Völkerkunde, 2. Bd. S. 45.

und Fließens dieser Quellen von verschiedenen Ursachen herzuleiten, die sich jedoch als irrig auswiesen, z. B. von unterirdischen Windstößen und von der Ebbe und Fluth des Meeres. Ersteres ist durchaus blos eine durch nichts erweisbare Vermuthung und Letzteres widerlegt sich selbst, indem keine intermittirende Quelle bekannt ist, deren Unterbrechung mit Ebbe und Fluth gleiche Zeiten einhält. Der Abbé Paramelle, den wir gleich näher kennen lernen werden, klagt in seiner „Quellenkunde“, daß man einige intermittirende Quellen, indem man ihren inneren Bedingungen nachgrub, zerstört und die gesuchte Aufklärung doch nicht gefunden habe.

Intermittirende Quellen sind fast nur in solchen Gebirgsgegenden bekannt, welche umfangreiche, eine bedeutende Höhe erreichende Bergmassen aufzuweisen haben. Die Schweiz ist daher besonders reich daran und der alte Schweizerische Naturforscher Joh. Jac. Scheuchzer zählt davon schon eine ziemliche Anzahl auf.

Obgleich meines Wissens noch keine intermittirende Quelle, was auch kaum ausführbar sein möchte, durch unmittelbare Untersuchung ihres Bedingtseins erforscht ist, so reicht doch die theoretische Erklärung derselben vollkommen aus und es würde die Wirklichkeit wahrscheinlich nicht anders gefunden werden. Die Heberkraft genügt, um das Wesen der intermittirenden Quellen zu erklären. Figur 45 stellt ein Gefäß dar, über dessen Boden bei A ein Rohr

Fig. 45.



Modell zu einer intermittirenden Quelle.

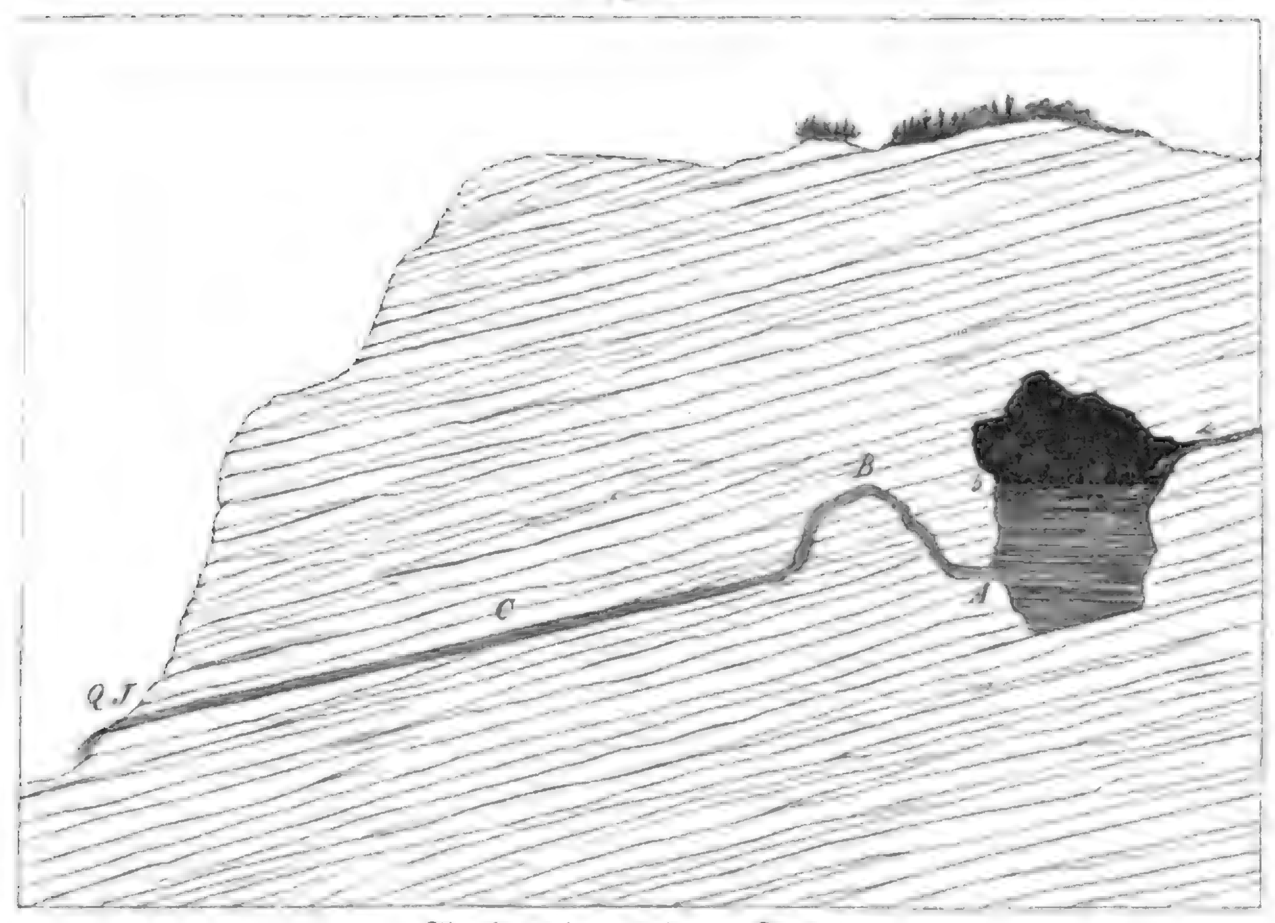
seitlich austritt, welches durch vier Kniee gebogen ist, ABC. Wenn wir in ein solches Gefäß Wasser gießen, so muß es durch das horizontale Glied A des Rohres in das senkrechte Rohrglied A B steigen und zwar stets in gleichem

Wasserstande, wie in dem Gefäße D selbst. Von dem Augenblicke an, wo das Wasser in D so hoch steht, daß es in das horizontale Rohrglied B tritt, muß es aus diesem in dem zweiten senkrechten Rohrgliede abwärts und durch das letzte horizontale Rohrglied C ausfließen. Nun können wir aufhören, Wasser nachzugießen, es wird dennoch so lange Wasser aus C ausfließen, bis dasselbe bis unter die Oeffnung bei A im Gefäße D gesunken ist. Wir alle kennen diese Wirkung des Hebers, denn das Rohr ist ein solcher, als Folge des Luftdruckes. Von dem Augenblicke an, wo das horizontale Rohrglied B voll Wasser ist, und dieses von dessen linkem Ende an abwärts zu fließen beginnt, hört hier der Luftdruck auf und es wirkt nur noch der Luftdruck, welcher auf die Wasseroberfläche von D drückt. Zuletzt muß auf dem Boden des Gefäßes noch etwas Wasser übrig bleiben, welches etwa bis in die Mitte der Weite des Rohrgliedes A stehen wird. Gießen wir nun wieder von Neuem Wasser in das Gefäß, so wird dieses Ausfließen wiederkehren, und jedesmal beginnen, wenn das Wasser in dem Niveau b B, d. h. im Gefäße D und im Rohrgliede B gleich steht. Machen wir nun eine Vorrichtung, daß ein Rohr von der Weite des Heberrohres fortdauernd Wasser in das Gefäß D einführt, so muß bald ein ebenso ununterbrochener Ausfluß aus C stattfinden, denn es wird sich das Niveau b B erhalten, da das zu- und das abführende Rohr einer gleichen Wassermenge Durchgang verstatten. Machen wir aber das zuführende Rohr enger, als das Heberrohr, so muß aus C abwechselnd Wasser ausfließen und nicht ausfließen, denn die Heberkraft, oder, was dasselbe ist, der einseitige Luftdruck wird aus dem weiteren Heberrohre mehr Wasser entführen, als das engere Zuleitungsrohr nachliefern kann, und demnach muß der Heber warten, bis das letztere wieder bis zum Niveau b B Wasser herzugeschafft hat.

Da wir wissen, daß in dem Innern der Bergmassen nicht selten größere und kleinere Höhlen und für den Wasserstrom theils flächenförmige Klüfte und Fugen, aber auch röhrenförmige Adern vorkommen, so können wir uns recht wohl denken, daß zwischen diesen Verhältnisse vorkommen werden, welche denen der Fig. 45 gleich sind.

Figur 46. stellt den senkrechten Durchschnitt einer Bergmasse dar, welche aus dicht auf einander aufliegenden nach West einfallenden Schichten besteht. In dieser Bergmasse befindet sich eine weite Höhlung, in welche von rechts

Fig. 46.



Theorie der intermittirenden Quellen.

her, durch den Pfeil bezeichnet, durch einen engen Kanal Wasser eintritt, während auf der entgegengesetzten Seite aus einer tieferen Stelle der Höhle durch einen weiteren Kanal, welcher heberartig, d. h. aufwärts und dann mit den Schichten gleichlaufend, abwärts gerichtet ist, Wasser abläuft. Stellen wir uns einmal vor, die ganzen Räume seien wasserleer. Jetzt lassen wir von rechts das Wasser in die Höhle einfließen; es steigt allmälig in derselben empor und gleicherweise auch in dem Abflußkanale bis zu B; jetzt beginnt in diesem das Abfließen nach C, und da der Abflußkanal weiter ist als der Zuflußkanal, so kann dieser in seiner Wasserzufuhr mit dem Abflusse nicht Schritt halten, und nachdem der Wasservorrath bis A entführt ist, so vergeht erst eine Zeit, bis das Niveau von b B wieder hergestellt ist. Wir haben also bei I Q den Ausfluß einer intermittirenden Quelle. Es ist nun leicht einzusehen, daß die Zeitdauer der Unterbrechung, der Intermittenz, von dem Weiteverhältnisse zwischen der zu- und der ableitenden Felsenader und von dem Umfange des Höhlenraumes abhängt. Ebenso können wir uns leicht denken, wie

eine intermittirende zu einer gleichmäßig fließenden Quelle oder umgekehrt aus dieser jene werden könnte; jenes, wenn der Zuleitungsweg ebenso weit oder weiter als der Abflußweg wird; dieses, wenn der bisher gleichweite Zuleitungsweg enger wird. Nicht minder können wir errathen, was eintreten muß, wenn der zuführende Kanal weiter ist, als der für den Abfluß: dann muß die ganze Höhle sich fortwährend mit Wasser gefüllt erhalten, und die Quelle muß ohne Unterbrechung und mit Gewalt hervorsprudeln, weil ein größerer Druck auf ihr lastet, eben die ganze Wassermasse der immer vollen Höhle.

Da die intermittirenden Quellen auf so besonderen Bedingungen beruhen, so sind sie natürlich viel seltner, als die gleichmäßig fließenden, obgleich man ihrer bereits viele aufgefunden hat. Von manchen, die schon seit langer Zeit bekannt sind, hat man in den Unterbrechungspausen und auch in dem Wasserreichthume Veränderungen wahrgenommen. Dies kann uns nicht wundern, wenn wir uns daran erinnern, daß durch die „Auszehrung des Bodens" durch die Quellen ein Zusammensinken der Felsschichten und dadurch eine Veränderung in den Hohlräumen in denselben erfolgen muß.

Eine Quelle bei Fontestorbe im Ariège-Departement ist zeitweise immerwährende und intermittirende Quelle zugleich; während der regenreichen Jahreszeit fließt sie ununterbrochen, wogegen sie in den drei Sommermonaten derart intermittirt, daß sie alle Dreiviertelstunden 18 Minuten lang läuft.

Nicht so einfach zu erklären sind die heißen intermittirenden Quellen, zu denen die isländischen Geysire gehören. Lange Zeit glaubte man die Erscheinung durch die Spannung abwechselnd sich in der Tiefe ansammelnder heißer Dämpfe erklären zu können. In neuerer Zeit hat Bunsen, der mit Descloiseaux 1846 in Island war, eine bessere Theorie dafür aufgestellt, welche J. Müller in Freyburg im Breisgau durch ein Modell bewährt hat. Nach dieser Theorie wird das heiß aus der noch größeren Tiefe aufsteigende Wasser in dem sogenannten Geysirrohre, welches 70 Fuß tief und 9—10 Fuß weit ist, durch eine hier ihren Sitz habende Wärmequelle noch stärker und zwar bis zur Dampfbildung erhitzt. Dieser Dampf bewirkt die oben von Pliny Miles beschriebenen Donnerschläge und das Aufsprudeln des heißen Wassers, während das zurückfallende, in der Luft abgekühlte Wasser das im Geysirrohre stehende ebenfalls abkühlt und es erst einer neuen Erhitzung desselben bedarf, um einen neuen Ausbruch herbeizuführen.

Wir dürfen unsere Betrachtung der Quellen nicht schließen, ohne eines Mannes zu gedenken, welchem sie Gelegenheit gaben, sich große Verdienste um seine Mitmenschen, zunächst um seine Pfarrgemeinde, zu erwerben, welcher er den äußersten Wassermangel, unter dem sie litt, nicht als eine himmlische Strafe darstellte und sie dafür mit dem sprudelnden Wasser seiner Kanzelberedtsamkeit überschüttete, sondern welcher, so wie vielen anderen, er die echte Himmelsgabe des baaren, klaren Wassers in vielen Tausenden von Quellen verschaffte. Viele meiner Leser werden sich des Namens Paramelle erinnern, der vor etwa funfzehn Jahren auch in Deutschland oft genannt wurde als der eines mit einer an das Zauberhafte grenzenden Spürkraft ausgerüsteten Quellenfinders. Ich erinneere mich, daß ihm damals öffentliche Blätter die Wünschelruthe in die Hand gaben, und daß deshalb der edle Wohlthäter der Menschheit bei Vielen in den Geruch der Charlatanerie gerieth. Seitdem hat der Abbé Paramelle eine eigene Schrift*) über die Grundsätze seiner „Quellenkunde" herausgegeben, welche im Gegentheile lediglich auf den Grundsätzen der Geognosie und auf einer mühselig erworbenen Erfahrung beruht und in welcher er jenen historischen Ueberrest des alten, noch mit der Schatzgräberei verwandten, Bergbaues von der Hand weist.

Ich glaube im Interesse meiner Leser und Leserinnen Einiges aus dem in vielfachen Beziehungen lehrreichen und unterhaltenden Buches entlehnen zu müssen, vor Allem aus dem „Ursprung und Fortschritte dieser Theorie" überschriebenen 28. Kapitel, woraus hervorgeht, daß Paramelle seiner im wahren Sinne des Wortes lechzenden Gemeinde nicht einen mühelos gehobenen Schatz darreichte, sondern das Ergebniß jahrelanger Forschungen, bei denen anfangs lange erfolglos bleibende Mühseligkeiten seinen edeln Eifer nicht schwächten.

Nachdem Paramelle an dem angegebenen Orte die geognostische und die Terrain-Beschaffenheit des hinsichtlich der Bewässerung einen gemeinsamen Charakter an sich tragenden Gebietes — in welchem seine Gemeinde Saint-Jean-Espinasse (Lot) liegt — kurz bezeichnet hat, giebt er folgende Schilderung von der Wasserarmuth der Gegend.

*) Quellenkunde. Lehre von der Bildung und Auffindung der Quellen. Aus dem Französischen des Abbé Paramelle. Mit einem Vorworte von Bernhard Cotta, Professor an der Berg-Akad. zu Freiburg. Leipzig, J. J. Weber 1856.

„Die 24 Kantone, welche den östlichen und südlichen Theil des Departements bilden, liegen alle auf Kalksteinformationen und es fehlt ihnen sämmtlich an Bächen, Fontainen und sogar an gewöhnlichen Brunnen mit Quellwasser. Man kann in gerader Linie von Osten nach Westen, von Lissac bis Mareuil, gehen, eine Entfernung von 54 Kilometern (ungefähr 8 deutsche Meilen), ohne einen einzigen Wasserlauf anzutreffen, und von Norden nach Süden, von Mezels bis Sauliac, eine Entfernung von 46 Kilometern (ungefähr 7 deutsche Meilen), ohne andere Wasserläufe zu berühren, als den Bach von Gramat, dessen ganzer unterer Theil während drei Viertel des Jahres trocken liegt. Dieser Theil des Departements, welcher fast keinen Wasserlauf enthält, hat einen Flächenraum von 50 □Stunden."

„Die Wünschelruthe bildet in dieser Gegend das gewöhnlichste Thema für die Unterhaltung, und der Bericht von den zahllosen Leiden, welche durch den Wassermangel verursacht worden, erregte bald mein tiefstes Mitleiden. Täglich wiederholte man mir, daß in der Mehrzahl der Gemeinden sämmtliche Einwohner in der eiligsten Zeit eine, zwei, drei, vier und fünf Stunden weit gehen müßten, um in Tonnen das für sie und ihre Thiere nöthige Flußwasser zu holen. Die, welche weder Zug- noch Reitthiere besitzen, und diese bilden den größten Theil der Bevölkerung, holen das Wasser in Eimern, die sie auf dem Kopfe tragen, 2—3 Stunden weit her, andere haben kein besseres Trinkwasser, als das schmutzige und stinkige Wasser der Tränken. An manchen Orten verkauft man das Flußwasser zu 20—30 Centimes den Eimer und jedes Zug- und Lastthier säuft täglich für 12 Sous und darüber. Von Zeit zu Zeit sieht man an den Flußufern Schafe, die seit mehreren Tagen nicht getränkt wurden; die einen stürzen sich in den Fluß und ertrinken; andere überladen sich dermaßen mit Wasser, daß sie davon zu Grunde gehen. Nach ihrer Rückkehr vom Flusse sind die Thiere fast ebenso durstig, als sie vorher waren. Beim Ausbruche einer Feuersbrunst fehlen die Mittel, ihre Fortschritte zu hemmen."

„Die Eigenthümer, welche Cisternen haben, sind äußerst selten und können nur dann diese dem Publikum öffnen, wenn sie sich selbst dem Wassermangel aussetzen wollen. Wenn eine Gemeinde einen Brunnen besitzt, welcher Wasser enthält, so macht seine Umgebung den Eindruck eines beständigen Jahrmarkts. Die Leute, welche Tag und Nacht aus weiter Ferne mit ihren Heerden herzu-

strömen, müssen häufig stundenlang warten, bis die zuerst gekommenen ihre Thiere getränkt und ihre Fässer gefüllt haben."

„Wenn ich nun diese und andere Klagen über Wassermangel hörte, so sagte ich mir oft: Wäre es denn möglich, daß Gott so viele Unglückliche für immer zu den Qualen des Durstes verdammt hätte! Sollte es denn nicht möglich sein, in diesem unglücklichen Lande Quellen aufzufinden und lägen sie auch noch so tief! — Mit einigen geologischen Vorkenntnissen war ich versehen und wußte, daß auf der Kalksteinformation eben so viel Regenwasser niederfällt, wie auf den andern; so fing ich an, diese weiten, trocknen Plateau's die Kreuz und Quer zu durchwandern, stets bemüht, dem Verlaufe der Regenwasser nachzuspüren und Quellenspuren aufzufinden. Fast zwei Jahre vergingen, ohne daß es mir gelang, das geringste Anzeichen des Vorhandenseins der Quellen zu entdecken; überall waren die Einwohner überzeugt, daß man nie in jener Gegend ihrer finden würde, da die zahllosen und tiefen, seit undenklichen Zeiten dort unternommenen Brunnengrabungen stets resultatlos geblieben waren."

Da es dem Abbé Paramelle auf den Hochebenen nicht glücken wollte, Quellen oder vielmehr deren äußere Anzeichen zu finden, so wendete er sich an deren Fußränder, an denen er eine Menge zum Theil sehr reiche Quellen aus dem Boden hervortreten sah, von denen er annehmen mußte, „daß sie nicht in dem Gestein entstehen, aus welchem sie hervortreten, eben so wenig in der nächsten Umgebung; sie müssen also das Produkt der Regenwasser sein, welche auf den Plateaus niederfallen und dort sogleich von der Bodenoberfläche aufgesaugt werden." Er wanderte daher von dem Ursprunge einiger dieser Quellen aufwärts in das Gebiet des Plateau, um wo möglich die Spuren ihres Laufes auf der Oberfläche zu finden. Vergeblich. Er gerieth in Gebiete, welche ganz mit Einsenkungen des Bodes (bétoires) bedeckt waren, von denen er sich damals noch keine Rechenschaft zu geben wußte. Er verstand noch nicht, die Wasserläufe zu suchen, von deren Anwesenheit er gleichwohl überzeugt war. Er widmete daher zwei volle Jahre seine Untersuchungen den Urformationen des Departements du Lot, auf denen er, „durch unausgesetztes Beobachten die Materialien zur Theorie der unterirdischen Wasserläufe und ihres Hervortretens" sammelte. Die auf diesem günstigeren Gebiete gesammelten Erfahrungen trug er dann auf die wasserarmen Kalkformationen über

und eröffnete die lange Reihe seiner Quellen-Entdeckungen mit Auffindung des unterirdischen Laufes der mächtigen Quelle von Louysse. So wurde Paramelle auf sein erstes Gesetz der Quellenaufsuchung geleitet: *daß unter jeder auch noch so schwach bezeichneten thalförmigen Bodeneinsenkung ein Quellenlauf liegt.* Er wendete nun seine Aufmerksamkeit auf den Ursprung derjenigen Quellen, über deren muthmaßlichem Laufe keine solchen thalförmigen Einsenkungen vorhanden sind und erkannte, daß dieser unter den ihm vorher unverständlichen bétoires liege, welche er stets reihenförmig angeordnet fand.

Nun bestand Paramelle's Aufgabe darin, die Tieflage der nach der Oberflächengestaltung des Bodens richtig errathenen Quelle voraus zu bestimmen. Nach aufmerksamen Vergleichungen der Tiefenverhältnisse bereits vorhandener Quellen und nach vielen Nivellements gelang ihm auch die Lösung dieser Aufgabe, so wie der, im Voraus den Wasserreichthum einer gesuchten Quelle zu bestimmen, indem er nach den Furchen und Einsenkungen des Bodens das geschlossene Quellengebiet bestimmte, welches oberirdisch das atmosphärische Wasser auffängt und in einem Wasserlaufe unterirdisch vereinigt.

„So gelangte ich endlich“ — sagt der „Priester der Liebe“ im seltenen edelsten Sinne des Wortes — „nach neunjährigen geduldigen und unermüdeten Studien und Untersuchungsreisen dahin, theoretisch die Linien, welche jede Quelle beschreibt, ihre Tiefe und ihren Wasserreichthum zu erkennen. Ich beschäftigte mich nun damit, die zahlreichen, in Büchern und in der Natur gesammelten Erfahrungen zu ordnen und die vorliegende Abhandlung zu verfassen.“

Frei von jeder Uebertreibung und Ueberspannung seiner Verheißungen wendete er sich nun im Jahre 1827 an den Generalrath des Departements du Lot, welcher verständig die dargebotene Hand ergriff und der recht eigentlich und im besten Sinne „inneren Mission“ Paramelle's einen öffentlichen Wirkungskreis anwies, wodurch sich dieser bald genöthigt sah, sein Amt als Priester der Kirche niederzulegen.

Ich schalte hier einen der von Paramelle mitgetheilten praktischen Fälle ein, weil er von einer Aeußerung von ihm begleitet ist, welche seinen Geist und seinen Charakter in einem schönen Lichte erscheinen läßt und welcher Fall zugleich beweist, daß er zwar mit wissenschaftlicher Bescheidenheit, aber der

Zweifelsucht, der Knickerei und der lässigen Thatlosigkeit gegenüber mit kühner Sicherheit auftritt.

„Auf das Verlangen von nur zwei Privatleuten begab ich mich im October nach Lavalette, dem Hauptorte des Kantons (Charente), einer Stadt, die alle Sommer ihr Wasser über 1 Kilometer weit herholen mußte. Bei meiner Ankunft nahm mich einer derselben bei Seite und sagte mir: „Nehmen Sie sich wohl in Acht, mein Herr, bei dem, was Sie thun und sagen werden; Sie sind hier in einem Lande der Philosophen, wo man schon wegen Ihres Standes nicht an Ihre Kunst glaubt.“ „Seien Sie ruhig, mein Herr,“ antwortete ich ihm, „Ihre Philosophen werden bald nichts mehr zu antworten wissen.“

„Bei der ersten Quelle, die ich etwa 100 Meter von der Stadt anzeigen konnte, folgten mir einige 30 Bürger und noch viele andere Personen. Als der Eigenthümer, durch den ich hergerufen war, meine Meinung wissen wollte, sagte ich: „Die Quelle liegt auf diesem Punkte da, ich bitte es zu bemerken; sie liegt 16 Fuß tief und ist von der Dicke meines Daumens.“ Und dann mich etwas aufrichtend, sagte ich mit erhobener Stimme: „Meine Herren, ich halte mich keinesweges für unfehlbar, will aber Jemand mit 300 Fr. pariren, daß das, was ich sage, sich anders verhält, so parire ich 600 Fr. für die Richtigkeit meiner drei ersten Bestimmungen. Wir können die Summen augenblicklich deponiren und in drei Tagen wissen, wer gewonnen hat.“ Auf diese Worte folgte ein Stillschweigen; fast alle Gesichter wurden lang und erbleichten. Nach 4—5 Minuten erhob sich aus der Menge eine Stimme und sagte: „Nun, sprich doch! Du, jetzt ist's an der Zeit! Sprich! Du sagtest doch, Du wolltest ihn beschämen, wenn er da wäre; gewinne die 600 Franken!“ Nach diesen Worten wieder Stillschweigen. Ich wartete einige Minuten und sagte dann lachend: „es giebt Leute, die eine Sache wol beschwören möchten, aber sie nicht pariren wollen; ich im Gegentheile, obgleich ich weiß, daß ich nicht unfehlbar bin, parire das, was ich sage, aber möchte es nicht beschwören.“

Nach einigen Tagen entdeckte man die Quelle wirklich in der bezeichneten Tiefe und mit dem bestimmten Volumen. Ehe ich die Stadt verließ, hatte ich über hundert Anfragen erhalten und 37 Quellen angezeigt.“

Dennoch hatte Paramelle mit allerlei Widerwilligkeiten zu kämpfen, die aber bald verstummten.

So hat er bis 1853 nach und nach 40 Departements mit Quellen versehen, in deren jedem die Anliegen an ihn er durchschnittlich auf 300, in einzelnen auf 1000, 1500, ja über 3000 angiebt. Von 1832 bis 1853 haben Paramelle's Reisen jedes Jahr vom 1. März bis 1. Juli und vom 1. Sept. bis zum 1. Decbr. gedauert. „Täglich, ausgenommen an Sonn- und Festtagen," sagt er, „arbeitete ich von Sonnenauf- bis Sonnenuntergang, indem ich von einer Lokalität zur andern ritt und nur eine Stunde, zwischen 10 und 12 Uhr, ruhte." Im Jahre 1854, wo Paramelle das 64. Lebensjahr erreichte, hat er sich von seiner beschwerlichen und so segensreichen Beschäftigung zurückgezogen und eine neue Auflage seines Buches besorgt, in welchem er der Menschheit ein kostbares Vermächtniß hinterläßt.

Es ist vielleicht nicht sowohl Undank gegen ihn, als vielmehr gedankenlose und faule Geistesträgheit, wenn Paramelle sich darüber beklagen muß, daß trotz seiner Bitten im Interesse seiner Wissenschaft und der Menschheit von 10,275 Quellenbestimmungen in seinem 25jährigen Berufe ihm doch nur von 25 Privatleuten über den Erfolg seiner Anweisungen, durch gedruckte Formulare sehr leicht gemachte, Nachrichten zugekommen sind. Er weiß demnach auch nur annähernd und nur im Vertrauen auf die Sicherheit seiner Erfolge, daß auf jene 10,275 Quellennachweisungen etwa 8—9000 mit Erfolg ausgeführte Brunnengrabungen kommen.

Seinem Vaterlande an Orten, wo sie dringendes Bedürfniß waren, 8—9000 Brunnen geschenkt zu haben, berechtigt zu der schönsten Krone. Wasser dauernd schaffen, wo es fehlt, gilt mehr, als einen Welttheil erobern und an dieser Stelle werden meine Leser begreifen, wie ich mit Begeisterung den Gedanken faßte, meine schwachen Kräfte einmal zu einer Darstellung alles dessen zusammenzuraffen, was in diesem wohlthätigen Elemente aufgeht.

Indem wir den edeln Paramelle verlassen, kann ich es mir nicht versagen, eins der vielen öffentlichen Urtheile über ihn aus seinem eigenen Buche aufzunehmen, nachdem ich folgende Worte von ihm vorausgeschickt habe, welche ein gewisses Selbstbewußtsein, aber das berechtigtste, verrathen.

„Der Eifer, mit dem die Bewohner der Kommunen einer, wie sie sich einbildeten, sehenswerthen Persönlichkeit gefolgt sind und sie beobachtet haben, läßt mich fast glauben, daß die, welche mich nicht gesehen haben, neugierig auf das Portrait sein werden, welches mehrere Journale von mir ent-

worfen haben; doch ist häufig die Schilderung als eine etwas geschmeichelte zu betrachten."

„Der Abbé Paramelle hat ein Alter von 52 Jahren*). Seine Gestalt ist hoch und gerade und seine Gesundheit so kräftig, daß er noch die ganze Frische, die ganze Muskelkraft eines viel jüngeren Mannes besitzt. Die Einfachheit seiner Kleidung ist ungewöhnlich und wird sprichwörtlich. Er trägt meistens schwarze Kleider, die immer an seinen Priesterstand erinnern und die ihm höchstens durch ihre Weite unbequem werden können. Sein Antlitz ist ruhig, interessant und milde, sein Blick forschend und durchdringend; seine Manieren sind einfach, aber gefällig. Aus seiner Physiognomie spricht Verstand und Aufrichtigkeit. Seine ganze Erscheinung hat wol etwas von der Derbheit eines Bergbewohners; aber sie mißfällt um so weniger, da man sogleich hinter der bäuerischen Außenseite die schöne Seele, den feinen und biegsamen Geist des Mannes erräth. Er spricht weder glänzend noch schön, aber dagegen stets kurz, klar, gediegen und nützlich. Der Abbé Paramelle liebt weder die Phrasen noch die Phrasenmacher .... Er schneidet alle müßigen Fragen, mit denen man ihn überhäuft, kurz ab." „Die Nachricht von der Ankunft des Herrn Paramelle ist, vorzüglich in den wasserarmen Ländern, ein Ereigniß. Man glaubt einen Gottgesandten, einen zweiten Moses kommen zu sehen und das Volk strömt ihm entgegen. Er wird umringt, untersucht, befragt. Aber alles das gleitet an ihm ab; seine Blicke weilen mehr auf dem Lande, dem Boden, dem zufälligen Erscheinen und der Vegetation desselben, als auf den braven Leuten, die ihn umdrängen. Nachdem dieser erste Augenblick vorüber ist, lächelt er wohlwollend und erklärt ihnen von vorn herein, fast überall auf dieselbe Weise, daß er weder ein Heiliger noch ein Zauberer ist."

Es kann meinen Lesern nicht entgangen sein, daß Paramelle's Theorie zu einem Theile auf dem beruht, was Volger die „Auszehrung des Bodens" nennt, und daß Volger's auf unsrer S. 336 angeführte Regel nichts Anderes ist, als Paramelle's erstes Erkennungsmittel der unterirdischen Quellenläufe. Wer mit aufmerksamen Augen die Bodengestaltung unserer deutschen Gebirgsebenen, namentlich z. B. die sanften Wellenlinien der ausgedehnten Berg-

*) Dieser Artikel erschien 1842 im Courrier de la Drôme.

wiesen des sächsischen Erzgebirges gesehen hat, dem müssen auf denselben sich oft verzweigende seichte Einsattelungen aufgefallen sein, in deren tiefsten Linien allerdings zuweilen ein feiner Quellenfaden wirklich rinnt, der aber meist fehlt und unter welchem nach Paramelle's Theorie unfehlbar eine Quelle gefunden werden würde und zwar eine um so stärkere, je mehr Verzweigungen die oberflächliche Bodenvertiefung hat. Man erkennt diese Vertiefungen wohl allgemein für Wirkungen des Wassers, aber indem man sie für die Rinnsale ehemaliger Quellen hält, entfernt man sich vielleicht von der Wahrheit, wenigstens sind sie wahrscheinlich nur zeitweise die Bahnen der Regen- und Schneewasser-Bäche. Vielmehr mögen jene Vertiefungen die Wirkungen des Nachsinkens des klüftigen Bodens sein, welcher von dem unterirdischen Wasserlaufe fortwährend ausgewaschen wird.

Eine besondere Art von Quellen sind die Quellenköpfe oder Flußhäupter, Kephalaria, die wir nicht ohne die eng mit ihnen verbundenen Katabothra, was sich durch Fluß- oder Quellenversenkungen verdeutschen läßt, betrachten können.

Wenn man auf der Landstraße von Laibach nach Triest reist, so wird man bei Oberlaibach in eigenthümlicher Weise überrascht. Links dicht am Wege kommt ein nicht unbedeutender, wasserreicher, sehr schnell laufender Fluß dem Reisenden entgegen und doch sieht dieser vor sich eine hohe Felsenwand die Richtung versperren, aus welcher der Fluß kommen müßte. Er kommt auch wirklich daher, aber breit, wasserreich und mächtig aus einem niederen Felsenthore, aus welchem er nach einem mehrstündigen unterirdischen Laufe an das Tageslicht tritt. Der Fluß ist die Laibach, die nicht weit von hier schiffbar wird. Oberlaibach ist aber nicht der Ort der Geburt, sondern nur der Wiedergeburt des Laibachflusses, denn schon vorher hat er unter anderem Namen, als Unz, eine weite Reise auf der Oberwelt gemacht, wohin er ebenfalls bereits groß und stark aus den Tiefen der Erde ähnlich wie bei Oberlaibach heraustrat. Aber auch das war noch nicht die Geburt des Flusses. Geboren ist er als Poik, als welcher nach langem Laufe der Fluß bei Adelsberg in den Eingang der berühmten Adelsberger Höhle mit lärmendem Brausen zur Unterwelt fährt und erst bei Planina als Poik wieder aufersteht.

Hier haben wir an einem Flusse drei oberirdische und zwei unterirdische Laufstrecken, das Verschwinden desselben als Poik und als Unz dienen uns als

zwei Beispiele der Katabothra oder Flußversenkungen, und das Hervortreten als Unz und als Laibach als Beispiele der Kaphalaria oder Flußköpfe. Ueberhaupt ist jene Strecke zwischen Oberlaibach und bis beinahe Triest reich an ungewöhnlichen Bodenerscheinungen. Jenes rauhe, in weiten Strecken fast nur aus Felstrümmern bestehende Karstgebirge ist in seinem Innern voll von Höhlen, und seine Oberfläche zeigt oft meilenweit zahlreiche, trichterförmige, felsige Vertiefungen, in denen das Regenwasser sich schneller verläuft und unterirdische Strömungen nach allen Richtungen bilden muß, die an mehren Stellen plötzlich als wasserreiche Flußhäupter zu Tage treten. So entsteht unter anderen nördlich von Triest in fünf starken, sich nach 500 Schritt vereinigenden Flußhäuptern, aus den Uferfelsen des Meeres hervorbrechend, der schon den Alten durch seine eigenthümliche Natur merkwürdig gewesene Timavus, jetzt Timavo, welcher vor der Vereinigung an 200 Schritt breit ist und nach kaum einviertelstündigem Laufe in das Meer fällt, über dessen Spiegel der seinige kaum erhaben ist.

Wer kennt nicht die Quelle zu Vaucluse, bei der Petrarca in Zurückgezogenheit seiner schwärmerischen Liebe für Laura de Noves nachhing! Diese Quelle ist eines der merkwürdigsten Flußhäupter. Sie bildet einen viereckigen Raum von 150 Fuß Länge und 90 Fuß Breite in der Tiefe von nackten mauerartigen Kalkfelsen. Diese bilden ein Becken des reinsten klaren Wassers, aus welchem an mehren Stellen der Quell so weiß wie Schnee hervorsprudelt. An einer Ecke dieses Beckens befindet sich ein 8 bis 10 Fuß hoher Portikus, welcher in eine geräumige Höhle führt, deren trichterförmige Tiefe unergründlich zu sein scheint. Im Hintergrunde zur Rechten sieht man den Eingang eines zweiten Sees, welcher für die Hauptquelle gilt. Dies ist der Zustand der Quelle des Petrarca bei niederem Wasserstande, wobei das Wasser drei Fuß hoch im Becken steht. Bei mittlem Wasserstande erscheinen neue Quellen, zum Theil aus dem Boden des Beckens; die unterirdischen Seen erhöhen ihren Wasserstand und die grüne Böschung des Grundfelsen bedeckt sich mit Tausenden von Silberstrahlen. Bei hohem Wasser ist der Portikus eine Urne, welche eine ungeheure Wassermasse in einer Kaskade ausschüttet und steigt bei höchstem Wasserstande 15 bis 20 Fuß über den niedrigen Wasserstand und schlägt alsdann Wellen, die sich mit denen eines unruhigen Meeres vergleichen lassen. Das abfließende Wasser bildet die Sorgue, welche sogleich

fahrbar ist und also durch Entleerung unterirdischer Seen entsteht, welche nach anhaltendem Regenwetter und bei dem Schmelzen des Schnees durch unterirdische Wasserläufe überfüllt werden und überlaufen *).

Viele Flußhäupter münden auch unter dem Meeresspiegel ein, und dann drängt sich das leichtere süße Wasser mit Gewalt in dem Meerwasser empor. Dies zeigt sich z. B. bei dem Dina-Flusse in Griechenland, der vor seiner Einmündung in das Meer eine Versenkung erfährt, um dann erst unter dem Meeresspiegel in das Meer einzutreten. 956 bis 1270 Fuß vom Ufer sieht man bei Windstille durch das empordrängende Süßwasser große Kreise beschreiben und Sand auswerfen.

Den Zusammenhang solcher Wasserversenkungen mit Landseen haben wir am Lac de Jour und Lac des Rousses auf S. 336 kennen gelernt. Bekannt ist die seltsame Natur des Zirknitzer Sees in Krain, der abwechselnd verschwindet, indem sein Wasser versinkt. Er steht wahrscheinlich mit dem unterirdischen Laufe der Laibach im Zusammenhange. In jenen unterirdischen Wasserläufen und kleinen Seen, denn auch solche findet man in dem höhlenreichen Gebiete des Karstgebirges, lebt eines der interessantesten Geschöpfe der europäischen Thierwelt, der fast augenlose eidechsenähnliche Olm, Hypochthon Laurenti. Das Thier ist das einzige echte Amphibium Europa's, denn es hat sein ganzes Leben lang Lungen und äußerlich anhängende Kiemenbüschel, ist also eben so zur Luft- und zur Wasserathmung geschickt. Ueberhaupt hat in jener wunderreichen Unterwelt, die in der Adelsberger Höhle ihren Höhepunkt erreicht, sich eine eigene Thierbevölkerung gebildet, namentlich einige kleine Schnecken und einige Käfer, welche nie an das Tageslicht kommen und daher augenlos sind.

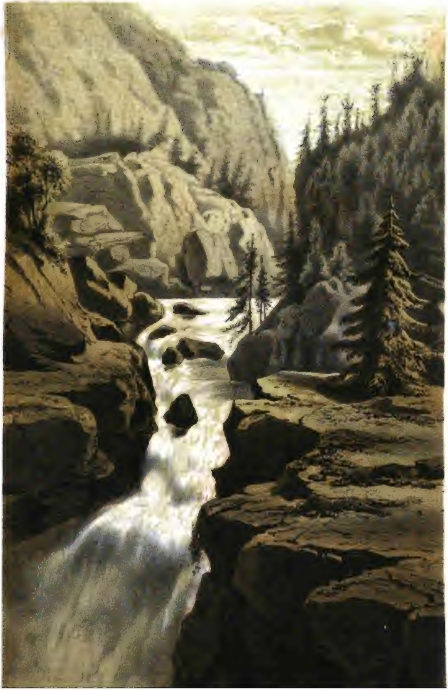
Anderwärts kommen in unterirdischen Gewässern Fische in großer Menge vor, zum Theil blos auf diese beschränkt. Die Vulkanausbrüche von Quito werfen oft in großer Menge theils lebend theils durch Hitze getödtet den Cyklopen-Wels, Pimelodus Cyclopum, aus den unterirdischen Seen mit deren Wasser aus. Daß selbst durch Artesische Brunnen die Bewohner unterirdischer Wasser-Bassins ausgeworfen werden, ist schon S. 321 gesagt worden.

Neben den natürlichen Quellenversenkungen finden sich hier und da auch

*) Berghaus a. a. O. S. 110.

Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

künstliche, welche man in sehr klüftigem Gestein durch mehr oder weniger tief und weit ausgegrabene Löcher bewerkstelligte, um dem Landbau und selbst bloß der Hauswirthschaft lästiges Wasser los zu werden. René „der gute König", nicht bloß der Abgott der Romantiker, sondern ein Wohlthäter seines Landes, verwandelte die sumpfige Ebene von Paluns bei Marseille in ein fruchtbares Weinland, indem er durch Senkbrunnen das Wasser von der Oberfläche in die Tiefe leitete, in der es zwischen den Felsschichten weiter fließt und nahe dem Meere in springenden Quellen wieder hervortritt. In sandigen Gegenden findet man in vielen Bauerwirthschaften sogenannte Senklöcher oder Senken, in denen das hineingegossene oder hineingeleitete Wasser allmälig in die tieferen Bodenschichten versinkt und so einen Beleg für den atmosphärischen Ursprung der Quellen abgiebt. Ein Stärkemehl-Fabrikant zu Villetaneuse bei St. Denis befreit sich durch einen Senkbrunnen täglich von 70,000 Quart übelriechenden Wassers. In St. Denis selbst findet sich eine sinnreiche Verbindung von Senkbrunnen und Artesischem Brunnen. Sie wird von drei mit bleibenden Zwischenräumen in einander steckenden Röhren gebildet, von denen die innerste 207 Fuß und die mittle 175 Fuß tief bis in eine wasserhaltige Schicht reicht, während die äußere nur wenig tief bis in eine wasseraufsaugende klüftige Schicht geht. Aus der innersten und mittelsten Röhre sprudelt das Wasser empor, was zur Reinigung des Platzes, auf dem der Brunnen steht, benutzt wird und dann von selbst durch die äußerste Röhre wieder in den Boden abläuft.

Eine Quelle können sich Viele ohne Fall eigentlich gar nicht denken, denn den stehenden Beisatz „die murmelnde" kann sie nur verdienen, wenn sie in ihrem behenden, geschäftigen Laufe über kleine und große Stufen herabhüpft; und dann durchfliegt unser Gedanke fast unwillkürlich die lange Reihe von dem murmelnden Quellenfalle bis zum tosenden Schwalle des Niagara, an dessen Beschreibung die Feder erlahmt.

Der Zauber des Wasserfalles treibt gebieterisch den Gartenkünstler zu allen erdenklichen Mitteln, um seine langweilige Ebene zwischen Bäumen zu verstecken und vom künstlich zusammengefügten Felsen künstlich emporgehobenes Wasser herabfallen zu lassen. Das bewegte Meer durchbebt

mit seiner gewaltigen Größe unser Inneres, der Wasserfall befriedigt mit wohlthuendem Zauber unser Wohlgefallen an lauterem Leben und übersprudelnder Kraft. So sehr steht man beim Sprechen über den Wasserfall unter dessen Zaubereinfluß, daß es schwer wird, in den Schranken thatsächlicher nüchterner Schilderung zu bleiben, daß es mir jetzt schwer wird, nicht dem 9. Abschnitte vorzugreifen, für welchen der Wasserfall als „landschaftliches Element“ eine so große Bedeutung hat.

Der Begriff des Wasserfalls, abhängig von der Neigung der Bahn des fließenden Wassers, ist kein rein und scharf ausgeprägter, in Uebereinstimmung mit der unbegrenzten Verschiedenheit der Neigungswinkel. Bald ist der Wasserfall durch eine senkrechte, selbst überhängende Bergstufe bedingt, und dann allein trägt er vollgültig seinen Namen, bald ist er zerreißend und zerrissen ein wildes Wasserschäumen durch eine enge, stark geneigte Felsengasse.

Die Wasserfälle gehören mit seltenen Ausnahmen dem wilden Knabenalter der Flüsse, dem sogenannten „Oberlaufe“ derselben, an, und liegen im Hochgebirge. Die Arbeit der Flüsse, ihr Bett, ist in ihrem Oberlaufe so gut wie noch nicht begonnen. Durch die starke Neigung ihrer Bahn sind sie gezwungen, in größter Schnelligkeit die nächsten Wege zu gehen und werden dabei oft in jäh wechselnden Zickzacklinien hin und her und an plötzlichen Bahnstufen in Fällen abwärts getrieben.

Im Oberlaufe der Flüsse, wo sich diese noch nicht zur Einheit abgeschlossen haben, sondern aus noch unverbundenen, willenlos nach Einheit strebenden Kräften, den Bächen, bestehen, entwickeln sie neben der stillen, auflösenden Kraft die rohe Gewalt der Zertrümmerung und der Fortbewegung und gewinnen noch keinen Stoff für das bewegliche Bett ihres einstigen ruhigeren Lebens, denn die Trümmer, welche sie bewegten, bleiben an der unteren Grenze und längs den Seiten ihres ganzen Oberlaufes zurück, obgleich es scheinen möchte, als ob von hohen Gebirgsstöcken entspringende, alpine Flüsse eine Anlage zu Ablagerung von Schuttmassen beibehielten, da sie meist mit Deltabildungen in das Meer fallen, während die nichtalpinen sich ungetheilt und unmittelbar ergießen. Rhein, Po, Rhone, Donau sind für jene und für diese Elbe, Weser, Seine die Belege.

Wasserfälle werden nur selten von größeren Flüssen, am häufigsten von den Bächen noch innerhalb ihrer bergigen Geburtsstätte gebildet. Diese Berg=

bäche haben nach den Jahreszeiten und den Witterungszuständen meist einen sehr wechselnden Wassergehalt und tragen sowohl nach ihrer besonderen Beschaffenheit als auch nach den sprachlichen Gewohnheiten der Länder verschiedene Benennungen. Wildbach, Rauschbach, Gießbach und andere sind in den Ländern deutscher Zungen gebräuchlich, zu denen wir noch den uns bekannten Gletscherbach hinzufügen, dessen Quelle nicht eine unter der Erdoberfläche liegende ist, obgleich auch sie aus der Tiefe, unter der oft mehrere hundert Fuß hohen Gletschermasse hervorströmt. Daher sind die Gletscherbäche unmittelbar von der Wärme der Luft abhängig und viele Gletscherbäche versiechen in der kalten Jahreszeit gänzlich, oder haben dann wenigstens nur das Wasser, welches an der Unterseite des Gletscherkörpers aus wirklichen Quellen aus dem Felsenboden hervortritt.

Wie am Anfange dieser zweiten Abtheilung unseres 5. Abschnittes, als wir durch das Zusammentreten der Dunstbläschen die Quellen bilden sahen, so können wir auch jetzt bei der Vereinigung der Quellen zu Bächen und zu Flüssen an das „viribus unitis" denken. Der kleinste Quell erhält von den Anwohnern, denen er das Trinkwasser liefert, seinen besondern Namen, den er an den nächsten größeren Quellbach, in den er rinnt, verliert. So geht dieses Aufgehen in der jedesmaligen größeren Einigungsstufe fort bis zur letzten, dem unmittelbar zum Meere wandernden Strome, vor dessen Namen die seiner sämmtlichen Zuflüsse weichen — ein schönes Bild des verzichtleistenden Aufgehens im großen Ganzen.

Der vielfach verzweigte und verwickelte weitgreifende Lauf, den z. B. die vielen tausend Quellen nehmen, welche zuletzt in Eins verbunden als Rhein in die Nordsee fließen, gewinnt ein erhöhetes Interesse, wenn wir die Stelle näher ins Auge fassen, welche im Kreislaufe des Wassers die Flüsse ausfüllen: sie führen ununterbrochen den vom Leben unverbraucht gelassenen Ueberschuß dem Meere als Ersatz für seinen ewigen Verdunstungsverlust wieder zu. Die Quellen sind die Millionen feinen Fäden, welche sich zu starken Bändern in den Flüssen vereinigen, durch welche das Weltmeer mit dem Festlande verknüpft ist.

Wer denkt hierbei nicht an eine ähnliche Einrichtung im thierischen Körper, in welchem in Herz und Athemorgan ähnliche Mittelpunkte liegen, wie Meer, Erdboden und Luftmeer sind, neben denen sich Gefäße und Flüsse

wieder ähnlich verhalten. Doch ist wenigstens hinsichtlich der Schlagadern (Arterien) der Unterschied, daß die Flüssigkeit aus einem oder einigen Hauptstämmen in immer feiner sich verästelnde und zuletzt zu einem haarfeinen Maschenwerke (den Kapillargefäßen) werdende fließt, während bei den Flüssen umgekehrt viele feine Strömchen, die Quellen, sich zu wenigeren, größeren und zuletzt zu einem einzigen großen vereinigen und in dieser Richtung ihr Inhalt strömt. So ist es auch bei den Blutadern (Venen), welche das unbrauchbar gewordene Blut aus den Körpertheilen nach dem Herzen zu neuer Verjüngung zurückführen. Wollen wir daher hinsichtlich der Wirkung die Vergleichung durchführen, so müssen wir das Seitenstück zu dem arteriellen Blutlaufe in dem Luftmeere suchen. Dort bildet sich im Regen das nährende Blut und in den Luftströmungen könnten wir ein Gleichniß für die vertheilenden Arterien erblicken, während den von dem Leben übrig gelassenen Theil des lebenzeugenden Elementes die Quellen, Bäche, Flüsse als Wasservenen dem Meere zuführen, um durch die Verdunstung zu neuem Kreislaufe wieder aufzusteigen.

Meine Leser und Leserinnen finden hierbei leicht das Sprichwort, daß jeder Vergleich hinkt, bestätigt und ich wollte jetzt auch weniger eine nur theilweise zutreffende Vergleichung durchführen, als vielmehr recht nachdrücklich an die Bedeutung des Kreislaufes des Wassers erinnern. In der Natur des Wassers fehlt das Seitenstück zu den durch feinste Vertheilung die Theile des Körpers ernährenden Kapillar- oder Haargefäßen der Blutadern fast gänzlich, der Mensch aber, wenn er seinen Vortheil versteht, ersetzt diesen Mangel. Der spanische Bauer pflegt mit unermüdlicher Sorgfalt das von den Mauren überkommene Erbe — das fein gesponnene Netz, in welchem seine Bewässerung läuft. Das sind die wahren Kapillargefäße der Wasser-Venen. Wir kommen bald noch einmal darauf zurück.

Bei der Benennung der Flüsse, wobei alle früheren Benennungen für immer in Wegfall kommen, ist nicht immer ganz gerecht verfahren worden. Zuletzt muß immer der Name desjenigen der sich verbindenden größeren Flüsse bleiben, der bei der letzten Vereinigung der größte war, dessen Quelle am weitesten von der Einmündungsstelle in das Meer abliegt. Gegen diese im Allgemeinen befolgte Regel verliert die Moldau mit Unrecht ihren Namen an die Elbe, denn sie ist bei ihrer Vereinigung mit dieser breiter und

länger als diese. Dasselbe ist es mit der Spree, die ihren Namen an die Spree verliert, mit der Rhone*) gegenüber der Saone, welche letztere von Lyon an ihren rein nordsüdlichen Lauf beibehält und daher die von Osten kommende Rhone, nicht aber letztere die Saone aufnimmt. Die letztere Erscheinung, welche bei Rhone und Saone unbeachtet blieb, ist bei Donau und Inn maaßgebend gewesen, sonst würde der hehre Alpensohn seinen Namen vielleicht nicht an die Donau verlieren müssen, was Ebel beklagt, aber doch wohl nicht ungerecht ist, da die Donau bei der Vereinigung mit dem Inn stärker ist und bis dahin einen längeren Lauf hatte.

In einigen Fällen verdrängt von der letzten großen Vereinigung an ein neuer Name die der sich verbindenden großen Flüsse. Die Weser, aus der Werra und der viel kleineren Fulda gebildet, sollte eigentlich Werra bis ins Meer heißen. Die prächtige Garonne verliert ihren Namen durch einen natürlichen Betrug, denn die Gironde, welchen Namen sie mit der Dordogne zusammen von Bourg an führt, ist ein zu einer langen weiten Flußmündung verlarvter Meerbusen, in welchem Brackwasser fließt.

Wenn man eine Karte betrachtet, auf welcher mit Hinweglassung der politischen Eintheilungen nur die Flüsse und Gebirge dargestellt sind, so macht dieselbe auf den ersten Anblick einen verwirrenden Eindruck. Zunächst erkennt man aber bald die nahe Beziehung der Bodenerhebungen zu dem Wasserlaufe und bei näherer Untersuchung des Gewirres von verästelten Wellenlinien und Höhenzügen findet man die oft tief in einander eingreifenden Stromgebiete heraus.

Die Stromgebiete — die von Afrika und Neuholland sind noch so gut wie unbekannt — drängen sich zuletzt an den Rand der Kontinente, wo sie ihr gesammeltes Wasser durch den herrschenden Strom in das Meer ausgießen, wobei nur die meist kleinen sogenannten Küstenflüsse selbstständig ihren

*) Man ist neuerdings von mehren Seiten bemüht, der Rhone wieder zu ihrem männlichen Geschlechte zu verhelfen, welches sie als Rhodanus hatte und als le Rhône noch hat. Mindestens vergebens, sogar inconsequent; denn dann müßten wir auch der Elbe, der Tiber, der Themse, der Donau sagen. Der Zustand einer lebenden Sprache ist das Werk der Geschichte des Volkes, welches wiederum nur von der weiterschreitenden Geschichte wieder geändert werden kann. Wird sich auf diesem langsamen Gange von Innen heraus das Bedürfniß entwickeln, unsere großen Anfangsbuchstaben der Hauptwörter für albern zu halten, dann, aber erst dann, werden wir hierin den andern Völkern gleich werden.

Tribut an dasselbe entrichten. Aber in dem größten geschlossenen Festlandskörper, Asien, giebt es ein ungeheures Gebiet von 198,000 deutschen Geviertmeilen, aus denen kein Tropfen in das Meer fließt. Es ist dies das von Berghaus sogenannte Gebiet der Continentalströme.

Wenn man die in den geographischen Lehrbüchern verzeichneten Flüsse eines Landes liest, so möchte man glauben, daß die Zahl der Stromgebiete sehr groß sein müsse. Sie ist im Gegentheile verhältnißmäßig gering, da erst alle zuletzt mit einem in das Meer einmündenden Strome zusammenhängenden kleineren und größeren Flüsse mit ihren Quellen ein Stromgebiet bilden. Das Stromgebiet der Donau erstreckt sich daher z. B. von Südwestdeutschland bis an das schwarze Meer und greift nördlich und südlich weit in die Länder ein.

Auf der Karte des physikalischen Atlas von Berghaus, welche die Stromgebiete von Europa und Asien durch farbige Linien gegeneinander abgrenzt, sind für Europa bloß 25 Stromgebiete bezeichnet und ihr Flächeninhalt nach deutschen Geviertmeilen angegeben:

Stromgebiet	der Wolga	24,840	deutsche	Gev.-M.
"	der Donau	14,630	"	"
"	des Dnjepr	10,605	"	"
"	des Don	10,526	"	"
"	der Newa	4200	"	"
"	des Rhein	4080	"	"
"	der Weichsel	3540	"	"
"	der Elbe	2616	"	"
"	der Oder	2440	"	"
"	der Loire	2121	"	"
"	der Düna	2090	"	"
"	des Niemen	2011	"	"
"	des Po	1872	"	"
"	des Duero	1828	"	"
"	der Rhone	1760	"	"
"	des Ebro	1569	"	"
"	des Dnjester	1440	"	"
"	der Seine	1414	"	"

Stromgebiet	des Tajo	1360	deutsche	Geo.-M.
"	des Guadiana	1210	"	"
"	des Guadalquivir	940	"	"
"	der Weser	820	"	"
"	des Minho	740	"	"
"	der Garonne	152	"	"
"	der Etsch, ohne Meilenzahl, etwa dem der Weser gleich.			

Der größte europäische Strom, die Wolga, ist aber ein Continentalstrom, da er seine Gewässer, die er zum Theil auf asiatischem Gebiete sammelt, in einen Binnensee, in den Caspi-See ergießt.

Wir vermissen in obiger Tabelle britische, skandinavische, dänische und italienische Stromgebiete. Die mitten durch Skandinavien und Italien laufenden Scheidegebirge verhindern eine große Stromentwickelung und auch die übrigen der genannten Länder bieten dafür zu wenig Flächenraum dar.

Nachstehend sind noch einige der größten und größeren Flußgebiete Asiens und Amerika's ebenfalls in absteigender Reihenfolge nach Berghaus aufgezeichnet:

Stromgebiet	des Amazonenstroms	94,500	deutsche	Geo.-M.
"	des Mississippi	61,400	"	"
"	des Obi	57,800	"	"
"	des La Plata	55,400	"	"
"	des Jenisei	49,033	"	"
"	der Lena	37,150	"	"
"	des Amur	36,430	"	"
"	des Jang-Tse-Kiang	34,200	"	"
"	des Hoang-Ho	33,600	"	"
"	des Mackenzie	27,600	"	"
"	des Ganges	27,030	"	"
"	des Saskatschawan	22,500	"	"
"	des Irawaddi	20,700?	"	"
"	des Indus	19,500	"	"
"	des Lorenzo	18,600	"	"
"	des Tocantin	17,780	"	"

Stromgebiet	des Orinoco	15,750	deutsche	Geo.=M.
"	des Sir	14,870	"	"
"	des Menam=Markaun	13,500	"	"
"	des Euphrat	12,230	"	"
"	des Columbia	12,150	"	"
"	des Amu	12,100	"	"
"	des San Francisco	11,700	"	"
"	des Rio del Norte	11,250	"	"
"	des Lobnoor	11,070	"	"
"	des Colorado	10,575	"	"

Demnach führen die Mündungen der ersten fünf von diesen Strömen das fließende Süßwasser von beinahe einem Siebentheile des gesammten Festlandes der Erdoberfläche in das Meer. Aus der breiten Mündung des Amazonenstromes rinnen alle die unzähligen Quellen vereint in das Weltmeer, welche auf der ungeheuren Fläche von 94,500 Geviertmeilen entspringen. Die entferntesten Grenzpunkte dieses größten aller Ströme erstrecken sich vom 20° S. Br. bis zum 5° N. Br. und vom 93° bis 53° westlicher Länge. Dazu ist das Stromgebiet des Amazonenstromes das abgerundetste und regelmäßigste auf der ganzen Erde, es gleicht fast einem leicht ausgezackten, stumpf zugerundeten Blatte, dessen etwas näher nach dem Nordrande zu liegende Mittelrippe der Marañon und die beiden Seitenrippen der Rio Negro und der Madeira bildet, welche alle drei zuletzt noch eine lange Strecke den namenführenden Amazonenstrom bilden.

Bei der Angabe der Länge eines Flußlaufes nimmt man diejenige Quelle als Anfangspunkt desselben, welche am weitesten von der Einmündung entfernt liegt und unterscheidet dabei die Stromentwickelung und den direkten Abstand von der Mündungsstelle. Natürlich ist die erstere Länge viel beträchtlicher als die letztere. Bei dem Lorenzo beträgt die Stromentwickelung über das Doppelte des direkten Abstandes. Der Grund dieser Erscheinung liegt in dem Relief des Stromgebietes, wodurch der Lauf oft zu den beträchtlichsten Krümmungen und Umwegen gezwungen wird. Der Umfang des Stromgebietes steht in keinem gleichen Verhältnisse zu dem direkten Abstande, sogar nicht immer zu der Stromentwickelung; denn der Umfang des Stromgebietes hängt von dem Reichthume und der Zahl der Nebenflüsse

ab, diedas Flußgebiet zu einem wesentlich in die Breite aber nicht sehr in die Länge ausgedehnten machen können. Der Dnjester hat bei einem Stromgebiete von 1440 Geviertmeilen wegen seines langgestreckten geraden Laufes 90 Meil. direkten Abstand, während die Seine, mit 1414 Geviertmeilen großen, also nicht viel kleinerem, Stromgebiete nur 55 Meilen direkten Abstand zwischen Quelle und Mündung hat.

Die nachfolgende Tabelle giebt nach Berghaus von den meisten bedeutenderen Flüssen der Erde 1) die Größe der Stromentwickelung, 2) die des direkten Abstandes der Quelle von der Mündung und 3) die Größe der Stromkrümmungen. Die beiden letzteren Zahlen geben natürlich als Summe immer die erste.

Ströme.	Erdtheil.	Größe der Stromentwickelung.	Direkter Abstand der Quelle von der Mündung.	Größe der Stromkrümmungen.
Mississippi-Missouri	Nordamerika	890	353	537
Marañon	Südamerika	770	387	383
Jang-Tse-Kiang	Asien	720	392	328
Jenisei	do.	700	307	393
Niger	Afrika	650?	253	397
Lena	Asien	600	349	251
Amur	do.	595	305	290
Obi	do.	580	319	261
Nil (Bahrel Afrek)	Afrika	560?	330	230
Mackenzie	Nordamerika	530	241	289
Wolga	Europa	510	150	360
Hoang-Ho	Asien	510	310	290
Indus	do.	490?	274?	216
La Plata	Südamerika	480	257	223
Rio del Norte	Nordamerika	460?	305?	155
St. Lorenz	do.	450	215	235
Ganges	Asien	420	206	214
Saskatschawan	Nordamerika	416	231	185
Donau	Europa	374	220	154
Euphrat	Asien	373	150	223
San Franzisco	Südamerika	350	218	132
Gihon oder Amu	Asien	350	204	146
Columbia	Nordamerika	340?	144?	196
Orinoco	Südamerika	338?	92?	246
Ohio (Mississippigebiet)	Nordamerika	310	147	163
Sihon oder Sür	Asien	302?	190?	112
Tarim	do.	270	173	97
Dnjepr	Europa	270	137	133
Kama (Wolgagebiet)	do.	263	57	206
Olenek	Asien	250	150?	100
Senegal	Afrika	248	128?	122

Ströme.	Erdtheil.	Größe der Stromentwickelung.	Direkter Abstand der Quelle von der Mündung.	Größe der Stromkrümmungen.
Don	Europa	240	102	138
Dwina	do.	216	95	121
Elbe (Moldauquelle)	do.	171	86	85
Kur	Asien	160	80	80
Theiß (Donaugebiet)	Europa.	160	32	128
Rhein	do.	150	90	60
Düna	do.	140	70	70
Rhone	do.	140	52	88
Weichsel	do.	130	70	60
Loire	do.	130	80	50
Oder	do.	120	70	50
Tajo	do.	120	90	30
Niemen	do.	115	60	55
Newa	do.	111?	79?	32
Duero	do.	110	65	45
Dnjestr	do.	110	90	20
Ebro	do.	105	67	38
Guadiana	do.	105	60	45
Po	do.	88	58	30
Seine	do.	85	55	30
Garonne	do.	80	50	30
Weser	do.	70	50	20
Guadalquivir	do.	65	45	20
Tiber	do.	50	30	20
Minho	do.	48	34	14
Pregel	do.	25	15	10

Die Umgrenzung der Stromgebiete wird durch die sogenannten Wasserscheiden gebildet. Man glaubte lange Zeit, daß die Wasserscheiden immer bedeutende Höhen sein müßten, welche die Quellen nach rechts und nach links in zwei verschiedene Stromgebiete wiesen und den Lauf der aus größeren Fernen kommenden Bäche und Flüsse von einander getrennt hielten. Allein man hat gefunden, daß die Wasserscheiden selbst zwischen zwei mächtigen Stromgebieten und ganzen Gruppen von Stromgebieten nicht selten so unbedeutende Erhebungen des Bodenniveaus sind, daß man sie ohne ausdrückliche Höhenmessung kaum von Ebenen unterscheiden kann. In dem großen Gebiete zwischen der Mündung des Bottnischen Meerbusens und dem Schwarzen Meere, dessen Flüsse theils nach Norden in jenen, theils in dieses nach Süden fließen, beträgt die Höhe der Wasserscheide nicht mehr als 170 Fuß über dem Meeresspiegel. Ueberhaupt enthält dieses ganze Gebiet keineswegs eine trennende Scheidewand zwischen den genannten Meeren. Es findet sich daselbst

ein außerordentlich wasserreiches Sumpfland von 1500 deutschen Geviertmeilen Größe, durch welches mit Benutzung der vielen es durchschneidenden bedeutenden Flüsse eine Kanalverbindung zwischen dem Bottnischen Meerbusen und dem schwarzen Meere verhältnißmäßig leicht sein würde.

Man kann die Wasserscheiden als hohe und flache unterscheiden. Hinsichtlich der ersteren ist natürlich die Schweiz das lehrreichste Land Europa's. Je höher eine Wasserscheide ist, desto dichter liegen sehr oft die Quellen der durch dieselbe geschiedenen Stromgebiete nebeneinander. Das Berner Oberland zeigt dies in sehr vielen Fällen. Hier sind es besonders die gletschertragenden Alpenthäler, welche, mit ihren Schneefeldern (S. 150) sich oft an denselben Alpenstock anlehnend, ihre Gletscherbäche in verschiedene Stromgebiete entsenden. Dies gilt z. B. von dem ungeheuren in ewigem Schnee und Eis starrenden Stock der Jungfrau mit ihren Nachbarn, welcher nördlich in das Rheingebiet und südlich in das Rhonegebiet seine Wasser abliefert. Am östlichen Fuße der Berninagruppe liegen kaum 10 Minuten Wegs von einander getrennt der Lago Nero und der Lago Bianco, ersterer 7185, letzterer 6865 Fuß hoch; ersterer sendet sein Wasser mit dem Inn in das schwarze Meer, letzterer mit dem Po in das Adriatische Meer. Natürlich ist zwischen hohen und flachen Wasserscheiden kein scharfer Unterschied, sondern sie gehen durch alle Maaße der Höhe in einander über. Außer bei der Ueberschreitung entschiedener Kettengebirge merkt man es in der Regel nicht, wenn man eine Wasserscheide überschreitet und auch der veränderte Lauf der Flüsse, denen man begegnet, giebt oft keinen sicheren Aufschluß, da man bei vielfach gekrümmten Flußlinien oft nicht sehen kann, welches ihre Hauptrichtung ist. Wenn man auf der Eisenbahn von Cassel nach Marburg fährt, so überschreitet man die Wasserscheide zwischen Weser und Rhein, welche sich als eine nur sanft ansteigende Hochebene kaum bemerkbar macht. Bei Marburg ist man an der Lahn bereits im Rheingebiete.

Die großartigste Entwickelung flacher Wasserscheiden zeigt Nordasien, wo die mächtigen nordwärts fließenden Ströme, sobald sie aus ihrem Oberlaufe im Gebirge hervortreten, in das ungeheure Sibirische Flachland sich ergießen, wo sie durch keine irgend erhebliche Bodenerhebung von einander getrennt sind. Man nennt solche flache Wasserscheiden Trageplätze, weil man über sie ohne große Mühe die Nachen aus einem Flusse in den andern tragen kann.

Auch in Nordamerika sind diejenigen Flüsse, welche sich in die Hudsons-Bay ergießen, nur durch Trageplätze geschieden, und nach der Karte von Berghaus, welche die Stromgebiete von Amerika darstellt, ist sogar der in das Polarmeer mündende Mackenzie mit dem Columbia, der in den großen Ocean fließt, durch ein System von Landseen und diese verbindenden Flüssen in Zusammenhang, so daß diese Landseen gewissermaßen die Wasserscheiden bilden, da sie nord- und südwärts die verbindenden Flüsse ausschicken.

Wenn wir an den Trageplätzen sehen, daß die geringsten Bodenerhebungen die Gebiete selbst großer Ströme von einander zu scheiden vermögen, so muß es auf der andern Seite um so mehr auffallen, daß die meisten großen Flüsse ihrem Laufe sich entgegenstellende bedeutende Höhenzüge quer durchbrechen, ja daß viele Flüsse dies zu wiederholten Malen thun. Dadurch entstehen schmale, zuweilen von der Breite des Flusses ganz erfüllte Felsenthäler. Solche Thalbildungen sind allerdings nicht immer die Wirkung des Flusses, welcher die Felsen allmälig durchwaschen hat, in welchem Falle man sie Erasionsthäler, Auswaschungsthäler, genannt hat, sondern eben so oft sind es Spaltungs- oder Zerreißungs-Thäler, Erhebungsthäler oder Einsenkungsthäler, welche durch gewaltsame geologische Vorgänge anderer Art gebildet wurden. Ein Erhebungsthal ist z. B. das, was unsere Fig. 40 (auf S. 314) darstellt, wo dessen Entstehungsweise auch beschrieben ist. In solchen Thälern hat der Fluß, wenn einer darin strömt, die ihm geebnete Straße bloß benutzt, sich dieselbe nicht erst gemacht. Uebrigens dürfte es in vielen Fällen schwer sein, die Auswaschungsthäler als solche mit Bestimmtheit zu erweisen. Am wahrscheinlichsten ist die Entstehung eines solchen Thales durch Auswaschung, durch Durchbrechung von Seiten des Flusses, dann, wenn dessen beide Uferwände aus horizontal geschichteten Felswänden bestehen, da es weniger wahrscheinlich ist, daß wir dann einen Sprung, einen Riß vor uns haben, in welchem Falle die beiden Thalgehänge wahrscheinlich aus- oder einwärts geneigte Schichten zeigen würden, und zwar auswärts geneigte Schichten, wenn der Thalriß durch einen von unten nach oben wirkenden Stoß entstand; einwärts geneigte dagegen, wenn der Riß durch Einsinken, durch ein Weichen der Unterlage veranlaßt wurde. Die bekanntesten Flußdurchbrüche durch Felsengelände sind der des Rhein bei Bingen, der Weser durch die Porta Westphalica und der Elbe durch die Quadersandsteinmassen der Sächsischen

Schweiz. Am gewaltsamsten hat sich unser deutscher Rhein seine Bahn gebrochen, wovon das Schamser Thal, die Fälle bei Lauffenburg und Schaffhausen und eben die enge, 12 Meilen lange Felsengasse von Bingen bis ziemlich nach Bonn Beweise sind. Wenn Berghaus sogar das „gewaltigste Riesengebirge der Erde“, den Himalaya als vom Indus, dem Sutludj, dem Brahmaputra und mehren anderen Flüssen „quer durchschnitten“ nennt, so würde das, wenn diese Flüsse nicht vielmehr in Zerreißungsthälern laufen, für einen ungeheuren Zeitraum zeugen, der zu dieser Durchwaschung erforderlich gewesen sein müßte.

Nicht minder bemerkenswerth ist es, daß manche Flüsse, nachdem sie in ebene Gebiete eingetreten sind, wo der Unterschied zwischen Höhen und Ebenen nicht sehr bemerklich ist, und wo also dem Flußlaufe kein Hinderniß mehr im Wege stand, dennoch gerade durch die höchsten Theile der Landrücken sich ihren Weg gebahnt haben. Dies thut z. B. die Oder unterhalb Frankfurt.

Diesem gewissermaßen eigensinnigen Unbeachtetlassen und Verschmähen des sich darbietenden Bodenniveaus von Seiten der Flüsse gegenüber muß es uns nun um so mehr auffallen, daß einige Fälle vorkommen, wo in einer Ebene, die man von vorn herein für das Gebiet nur eines Stromes halten würde, zwei Ströme in einander entgegengesetzter Richtung fließen, die sich sogar durch einen Arm verbinden. Man nennt diese merkwürdige Erscheinung die Bifurkation, Gabeltheilung der Flüsse. Die berühmteste Erscheinung dieser Art bieten der Orinoco und Amazonenstrom dar, welche durch den Cassiquiare, einen Arm des ersteren, mit dem Rio Negro, einem Zuflusse des letzteren, zusammenhängen, wobei der Rio Negro und Orinoco in entgegengesetzter Richtung strömen.

An einem jeden fließenden Wasser sind es zwei Dinge, welche unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen: die Bahn seines Laufes, das Bett oder Rinnsal und die bewegte Wassermasse selbst.

Nachdem die auf keiner thatsächlichen Begründung beruhende Buffon'sche Ansicht, daß die Flüsse der Regel nach mit den Parallelkreisen gleichlaufen, schnell verlassen worden war, stellte Hausmann die viel Gewinnendes für sich habende Theorie auf, daß sich der Lauf der Flüsse nach der geognostischen Bodenbeschaffenheit richte. Dies ist allerdings bei manchen Flüssen wenigstens in einem Theile ihres Laufes der Fall. Der Inn strömt oberhalb und unterhalb Insbruck lange Zeit am Südrande eines großen Gebietes des unteren

Alpenkalkes hin; beinahe der ganze Oberlauf der Rhone geht die Kante des Urthonschiefers des Wallis entlang; von Regensburg bis St. Pölten in Unterösterreich folgt die Donau im großen Ganzen der Südgrenze des ungeheuren Gneiß- und Granit-Stockes, von welchem der Böhmerwald einen Theil einnimmt. Allein diese und einige andere die Theorie zu bestätigen scheinende Fälle stehen theils vereinzelt da, theils halten sie die Grenzscheiden der Gebirgsarten doch nicht so scharf ein, wie es der Fall sein müßte, wenn diese wirklich die Linie der Flußbetten vorschrieben. Ebenso trifft die andere Hälfte der Hausmann'schen Theorie auch nur theilweise zu, daß die Flüsse in der Richtung der Schichtenfugen und Klüfte der Gebirgsmassen strömten, was wohl für die Quellen maaßgebend ist, nicht aber, wenigstens nicht allgemein, für größere Flüsse. Da die Flüsse von den Quellen gebildet werden, und die Häufigkeit der Quellen und deren Wasserreichthum zum Theil von der Beschaffenheit der Gebirgsarten abhängig ist, so ist es ja wohl ganz natürlich, daß man oft eine örtliche Beziehung zwischen einem Flußlaufe und der geognostischen Bodenbeschaffenheit antrifft. Die Mehrzahl der Flüsse aber, z. B. die der Alpen, treten in einer Richtung aus ihrem Oberlaufe hinaus in die Ebene, welche mehr oder weniger rechtwinklich auf die der Schichtung der Gebirge trifft. Der Rhein ist in seiner Richtung durchaus unabhängig von der Richtung der Schichten seiner Uferberge.

Was die Richtung eines Stromes betrifft von dem Punkte an, wo er einen andern in sich aufgenommen hat, so ist diese mit sehr seltener Ausnahme die Beibehaltung der einen der beiden früheren Stromrichtungen. Bei der Einmündung der Rhone in die Saone wird die Richtung der letzteren beibehalten. Selten verfolgen die vereinigten Ströme von dem Punkte ihrer Vereinigung an das Mittel ihrer beiden bisherigen Richtungen.

Aus alledem geht hervor, daß im Allgemeinen die gegebenen Thäler die Richtung der Flußbetten vorschreiben, unbeschadet der vorher besprochenen gewaltsamen Durchbrechung entgegenstehender Bergzüge. Der flüchtigste Blick auf die Karte eines gebirgigen Landes beweist dieses.

Die Gestalt der Flußbetten ändert bei vielen in ihrem Verlaufe bedeutend ab und man unterscheidet danach an ihnen den Oberlauf, den Mittellauf und den Unterlauf, dafern überhaupt die Stromentwickelung bedeutend genug ist, um dieser Verschiedenheit Raum zu geben. Die sogenannten

Küstenflüsse können natürlich diese Unterschiede in der Regel nicht zeigen. Wer den Rhein und die Donau, selbst die Elbe und Oder in ihrem ganzen Verlaufe kennt, für den bedarf es einer Schilderung des Charakters dieser drei Stromstrecken nicht, und auch ohne diese Kenntniß kann man sich nach der bekannten Natur des Hochgebirges leicht denken, daß der Oberlauf der in Gebirgen entspringenden Flüsse einen wilden, romantischen Charakter haben müsse, im Vergleiche zu dem ruhigen Wesen ihres Unterlaufes. Der Mittellauf unterscheidet sich von jenem durch Abnahme des Falles und dadurch, daß seine hohen Uferränder sich mehr von dem Flusse entfernen. Während im Oberlaufe das Gefälle der Flüsse nothwendig am bedeutendsten und am wechselvollsten sein muß, wird es im Mittellaufe nicht nur geringer, sondern auch gleichmäßiger und läßt sich daher besser und bestimmter messen. Gewöhnlich ist jedoch die Neigung des Strombettes sehr ungleichmäßig vertheilt, wie sich aus beistehenden *Messungen der Geschwindigkeit* des Elblaufes zwischen der böhmisch-sächsischen Grenze und Wittenberg ergiebt.

Das Bett der Elbe fällt (nach Kunze's und Berghaus' Messungen) innerhalb einer deutschen Meile in der Strecke zwischen:

der böhmisch-sächs. Grenze und Dresden	$5,_{2}$	Par.	Fuß
Dresden und Meißen	$8,_{1}$	"	"
Meißen und der sächs.-preuß. Grenze	$7,_{5}$	"	"
der sächs.-preuß. Grenze und Wittenberg	$3,_{1}$	"	"

Wie der Mittellauf den Flüssen meist erst volle Freiheit läßt, ihren Weg zu wählen — wenn es zuläſſig ist, von einer solchen Freiheit zu reden — und daher in ihm die Flüsse meist die ausgeprägtesten Schlangenlinien verfolgen, so gewinnen auch hier die Flüsse erst Gelegenheit, sich ihr Bett selbstständig zu bilden. Abwechselungen in der Festigkeit und im Niveau des Bodens, über den der Fluß zu laufen hat, tragen zu der Gestaltung seines Bettes wesentlich bei.

Im Unterlaufe der Flüsse stellt sich mit deren Annäherung an das Meer die Herrschaft dieses und die Vollkommenheit der Ebenheit des Flußweges immer mehr ein, bis zuletzt, wie wir es an dem Rhein kennen lernten (S. 204), das von dem Flusse verlassene Land sogar zuweilen bis unter den Meeresspiegel sich erniedrigt. Je größer der Fluß ist, desto geringer ist in der Regel im Unterlaufe sein Gefälle, so daß es z. B. bei dem Senegal die letzten 45 deutsche

Meilen bis zur Mündung nur noch 2½ Fuß beträgt. Zuletzt würde daher der Fluß aufhören zu fließen, wenn nicht fortdauernd ein Druck von dem nachfließenden Wasser ausgeübt würde.

Aus dieser geringen Neigung des Bettes im Unterlaufe der Flüsse und aus dem daraus folgenden größeren Widerstande, welchen ein geringes Bodenhinderniß dann auszuüben im Stande ist, so wie aus der mit der Verminderung der Wasserbewegung in der bisherigen Stromrichtung zunehmenden Neigung zu seitlicher Bewegung, geht die Neigung der Flüsse hervor, sich in ihrem Unterlaufe zu verzweigen. Wir wissen schon, daß diese Erscheinungen zusammen an vielen Flüssen zu Deltabildungen Anlaß geben und die meisten großen Ströme haben vor ihrer Einmündung ein sogenanntes Deltaland.

Das Flußwasser ist hinsichtlich seiner chemischen Beschaffenheit manchfach verschieden. Zunächst ist hervorzuheben, daß es viel reiner als das meiste Quellwasser ist, d. h. weniger feste Stoffe chemisch gelöst enthält, indem diese durch die lange und vielfache Berührung des Wassers mit der Luft daraus gefällt werden (S. 184). Dagegen enthält es stets mehr feine, ungelöste Theilchen fester Stoffe schwebend, wodurch die meisten Flüsse trübe und unrein erscheinen, und worauf die Beschaffenheit des Flußbettes einen großen Einfluß ausübt. Beide Eigenschaften des Flußwassers, seine Armuth an fremden, darin aufgelösten und sein Reichthum an ungelösten, darin blos suspendirten Stoffen, machen es zum Trinken so unbrauchbar, besonders da ihm auch die Kohlensäure mangelt, welche während des Laufes in die Luft entwichen ist.

Es kommen jedoch auch Flüsse von großer Klarheit vor, deren Wasser an Reinheit von suspendirten Theilchen dem Quellwasser wenig oder nichts nachgiebt. Dies sind diejenigen Flüsse, welche in einem großen Seebecken, durch welches sie fließen, sich vollkommen davon gereinigt haben, indem während des Durchfließens durch dasselbe alle das Flußwasser verunreinigende Theilchen darin zu Boden sinken. Dies ist namentlich in den Schweizer Seen der Fall. Von der Aare haben wir diese Läuterung im Brienzer See schon kennen gelernt (S. 170). Nichts geht über die Klarheit der Reuß, wenn sie in Luzern den Vierwaldstädter See verläßt. Die Limmat führt das von verschiedenen kleinen, meist trüben Flüssen in den Züricher See gebrachte Wasser aus demselben in vollkommner Klarheit wieder ab, bis sie kurz nachher in der

Verbindung mit der unreinen Sihl ihren Glanz wieder verliert, ebenso wie die Aare, lange bevor sie Solothurn erreicht, durch die schmutzige Sarine oder Saane wieder getrübt wird.

Daß es aber auch Flüsse giebt, deren Wasser aufgelöste Stoffe enthält, haben wir durch den Teverone (S. 186) erfahren, bei dem es Kalk war, den das Wasser durch Kohlensäureverlust ausscheidet. Sehr oft enthält das Flußwasser Kochsalz und zwar in manchen Fällen bis zur Sättigung, so daß wir den kennen gelernten Soolquellen Soolflüsse an die Seite setzen können. In einigen derselben, namentlich in dem salzreichen Siebenbürgen, fließt das Wasser über sichtbare Steinsalzstöcke, und bleibt dabei in einigen Fällen, z. B. bei Petersalva, dennoch süß, weil sich das Steinsalz mit einer undurchdringlichen, wenn auch nur dünnen Thonschicht überzogen hat.

Die ebenfalls schon früher erwähnten Erdöl-Quellen geben in Pennsilvanien zu einem förmlichen Erdölfluß, deshalb Oil-Creek genannt, Anlaß.

Aber alle diese ungewöhnlich großen Beimengungen aufgelöster Stoffe zu dem Flußwasser sind nur die Ausnahmen von der Regel, die wir oben kennen lernten und welcher zufolge das Flußwasser chemisch reiner als das Quellwasser ist. Wir bezeichnen im täglichen Leben und namentlich mit Rücksicht auf unsern Wirthschafts- und Gewerbs-Verbrauch diese chemische Reinheit mit „weich“. Wir wissen, daß zum Waschen, zum Kochen von Hülsenfrüchten und zu manchen anderen Verwendungen das „harte“ Quell- oder Brunnen-Wasser nicht gebraucht werden kann, und wir werden in späteren Abschnitten hierauf zurückkommen.

Die gröberen und feineren Steinmassen, welche ein Fluß mit sich führt, bis zu den feinen Schlammtheilchen, wodurch sein Wasser getrübt wird, bieten dem aufmerksamen Beobachter Mittel, daran die Geschichte und die Lebensenergie des Flusses zu studiren. Diese durch die Flüsse fortbewegten und dabei zugleich bearbeiteten Massen haben in der deutschen Sprache zwei sehr bezeichnende Wörter veranlaßt: G e r ö l l und G e s c h i e b e. Beide Wörter deuten durch die Vorsetzsylbe g e deutlich an, daß die dadurch bezeichneten Steine lange Zeit einem Rollen und Schieben ausgesetzt gewesen sind, und ohne daß es uns Jemand gesagt hat, fühlen wir uns bei dem Anblicke einer aus solchen Rollsteinen — eine dritte Bezeichnung für dasselbe Ding — bestehenden Kiesablagerung sofort veranlaßt, die Abrundung und Abschleifung derselben dem

Wasser zuzuschreiben. Je länger die Rollsteine eines Flußbettes darauf hinbewegt worden sind, desto kleiner und abgeschliffener zeigen sie sich, bis sie zuletzt zu feinem Sande zerrieben an der Mündung des langen Flusses ankommen.

Wir haben bei der Betrachtung der Gletscher erfahren, in welcher Weise sich die theils von der Oberfläche der Gletscher fortgetragenen, theils an seiner Unterseite unter hohem Drucke fortgeschleiften Steine von den Geschieben unterscheiden.

Für denjenigen, welcher einigermaßen mit der geognostischen Beschaffenheit der ganzen Bahn eines großen Flusses und seiner Zuflüsse bekannt ist, gewährt es einen wissenschaftlichen Genuß, die Natur und Beschaffenheit seiner Rollsteine zu mustern. Verfolgen wir daher einmal als Beispiel den Lauf des Rheins in seinem mittlen und untern Laufe.

Der Rhein hat, wie viele Alpen-Flüsse, im Bodensee einen bestimmten Lebensabschnitt. Alles, was er von seinem ungestümen Oberlaufe mitbringt, das versenkt er für ewige Zeiten in den Tiefen dieses seines mächtigen Abklärungsbeckens, und geläutert tritt er bei Stein in das letzte Stück seines Oberlaufes, welchen er bei Basel in einer plötzlichen Schwenkung nach Norden verläßt, um mit weniger als der Hälfte seines bisherigen Gefälles seinen Mittellauf zu beginnen. Er bringt daher nur fremdes Eigenthum mit hierher: die Gerölle, welche ihm seine Zuflüsse von den Jurabergen und von dem Fuße des Schwarzwaldes zuführten, und die er bei seiner plötzlichen Laufveränderung hier in mächtigen Geröllablagerungen zurückläßt. Bei Basel tritt er in das Süd-Ende eines ehemaligen Seebeckens ein (des berühmten Mainzer Tertiär-Beckens), dessen Boden er selbst in früheren Jahrtausenden mit einer stundenbreiten Alluvialschicht bedeckt hat. Diese gewährt ihm durch ihre Ebenheit volle Gelegenheit, sich in anmuthigen Schlangenwindungen zu ergehen, welche freilich der Schifffahrt sehr unbehaglich und daher durch Durchstiche der halbinselartigen Uferstrecken unschädlich gemacht sind. Was der Rhein bei Basel nicht an seinen Ufern zurückließ, sondern auf seinem Bette mit fortwälzte, das ist bei Straßburg und Mannheim und noch mehr bei Worms und Mainz, gegenüber der Einmündung des Mains, zu feinem Sande zerrieben. Der Main hat ein stärkeres Gefälle als der Rhein und bringt daher wieder neuen Stoff zum Zerreiben an gröberen Brocken mit, welche er den tertiären Kalk-

felsen entriß, über die von Frankfurt an sein Lauf vorzugsweise ging. Diesen Einfluß der Mainzufuhr auf die Geröllbeschaffenheit kann man das ganze Rheingau entlang am rechten Rheinufer bestimmt verfolgen, ebenso wie man bekanntlich bis Bingen das trübe Mainwasser noch unvermischt neben dem grünen Rheinwasser deutlich unterscheiden kann.

Gleich von seinem Eintritte in die Felsengasse dicht unterhalb Bingen finden sich im Bette des Rheines wieder neue Geröllmassen, welche ihm theils die rothe Nahe zuführt und die er theils selbst von den felsigen Ufern losreißt. Weiter unten kommen die Mosel, Ahr, Lahn, Wied und Sieg, noch innerhalb der felsigen Partie des schönen Mittelrheins von links und rechts herein und bringen neuen Felsenschutt mit, den der Rhein mit fortnimmt und zerkleinert und unter dem man noch unterhalb Wesel deutlich den vulkanischen Schutt herausfinden kann, welchen weit oberhalb die Ahr aus der Eifel herabführte. Bei Arnheim und Nymwegen, wo sich bereis Yssel und Waal abgezweigt haben, ist aller Schutt zu Sand zerrieben, der endlich noch weiter unten in erdigen Schlamm übergeht, durch welchen der Rhein bekanntlich ein ausgedehntes Deltaland bildet.

Die Fortbewegung der Geschiebe und die damit verbundenen Veränderungen derselben in den Flußbetten ist nicht zu allen Jahreszeiten gleich, sie ist bei niederem Wasserstande geringer als bei höherem und am bedeutendsten während des Eisganges. Die Wirkungen selbst kleinerer Gebirgsflüsse sind zuweilen überraschend groß und von dem am Orte Wohnenden leicht zu messen, wenn er sich die Lage auffallender Blöcke im Flußbette am Ufer bezeichnet und dann nach jeder besonders großen Wasserfluth und nach den Eisgängen ihr Fortschreiten anmerkt.

Bei der Bestimmung der Geschwindigkeit des in dem Flusse sich bewegenden Wassers kann man nicht einfach die Gesetze des Falles eines Körpers auf der schiefen Ebene anwenden, weil das fließende Wasser kein starrer Körper und das Flußbett keine glatte Fläche ist. Daher erreicht auch kein Fluß den Grad der Geschwindigkeit, den er nach jenem Gesetze erreichen sollte. Auch darin weicht die Bewegung des fließenden Wassers davon ab, daß dieselbe, namentlich in dem Mittellaufe der Flüsse, ziemlich gleichmäßig ist und nicht eine regelmäßig zunehmende Beschleunigung zeigt. Wenn gleich jeder Fluß hierin seine besonderen Maaße zeigt, je nach der Neigung und Beschaffen-

heit seines Bettes, so nimmt man doch als Mittel der Geschwindigkeit im Mittellaufe 3 bis 4 Fuß in der Sekunde an. Im Mittelrhein steigt dieses Maaß durch besondere örtliche Bedingung veranlaßt im Binger Loch bis auf 11 Fuß. Die Strombewegung wächst mit der Tiefe, also mit der Masse des übereinander gehäuften Wassers. Der Steuermann des Dampfbootes sucht daher bei der Thalfahrt die sogenannte Stromrinne oder Strombahn nicht nur wegen der für den Kiel nöthigen größeren Tiefe, sondern auch wegen der größeren Geschwindigkeit. Indem das Wasser der Stromrinne dem Uferwasser gewissermaaßen voranseilt, fließt es dennoch nicht allein zwischen den beiden ruhenden Massen des Uferwassers dahin, sondern es zieht beide vermöge der Cohäsion nach sich. Daher bilden sich auf der Oberfläche der Strombahn in vorspringendem Winkel zusammenstoßende Wellenstreifen, welche das Uferwasser, wie Berghaus sich sehr bezeichnend ausdrückt, an sich schlürfen. Daher ist auch immer die Oberfläche der Strombahn etwas tiefer als die Seiten des Flusses. Bei Düsseldorf fand man den Rhein an den Ufern 2 bis 4 Zoll höher als in der Strombahn. Dieses Verhältniß ist lange Zeit umgekehrt angenommen worden, indem man sagte, daß die Oberfläche eines Flusses von einem Ufer zum andern eine gewölbte Linie beschreibe, und es ist nicht zu leugnen, daß namentlich ein breiter, schnellfließender Strom diesen Eindruck macht, und es ist auch nachgewiesen, daß unter besondern Verhältnissen des Flußbettes diese Wölbung der Oberfläche eines Flusses auf gewisse Strecken vorkommen kann und vorkommt. Dies ist dann der Fall, wenn sich das Wasser der Strombahn durch ein Bodenhinderniß plötzlich anstaut. Dann entstehen an beiden Ufern oder an einem sogenannte Widerströme, die man bei Bahnkrümmungen auf den Flüssen lehmiger Ebenen oft sieht und welche den Ufern durch Unterwaschung sehr gefährlich werden.

Die Luftströmungen können den Lauf der Flüsse sehr verzögern und sogar ganz aufheben, wenn sie in entgegengesetzter Richtung auf deren Oberfläche drücken. Dadurch wird zuweilen das Austreten der Flüsse und an Flußmündungen werden dadurch die sogenannten Sturmfluthen bewirkt, durch welche 1824 die Newa zu Petersburg 15 Fuß aufgestaut wurde.

Die Stromgeschwindigkeit wechselt auch mit dem höheren oder niederen Stande der Flüsse. Stark angeschwollene Flüsse strömen schneller, als bei niederem Wasserstande und dann auch an den Rändern, wenn sie auch an

ihnen eine bedeutendere Wassertiefe haben, wobei die Anhaftungskraft (Adhäsion) am Boden das Wasser weniger festhalten kann. Ist dagegen der Fluß über seine Ufer getreten, so wird die ausgetretene seichte Wassermasse von den Ebenen, auf welchen sie ruht, durch die Adhäsion so stark zurückgehalten, daß sie zuweilen dem Zuge der Strombahn fast gar nicht folgen kann.

Der Winkel, unter welchem ein Fluß in einen anderen einmündet, ist von großer Bedeutung für die fernere Geschwindigkeit. Diese wird um so weniger gehemmt, unter einem je spitzeren Winkel diese Vereinigung stattfindet, und umgekehrt. Der Main, welcher fast rechtwinklig in den Rhein mündet, wird bei hohem Wasserstande des letzteren fast drei Stunden aufwärts zum Austreten gebracht, indem sein Wasser nicht nur aufgehalten, sondern rückwärts zu fließen genöthigt wird. Früher mündete der Main dicht bei Castel (Mainz gegenüber) spitzwinklig ein und dadurch kam die jetzt so bedrängte Gemeinde Kostheim an das linke Mainufer zu liegen, während es jetzt an dem rechten liegt.

Da durch die größere Gewalt des dahinschießenden Hauptstromes, welcher in diesem Falle der ist, welcher nach der Vereinigung seine Richtung beibehält, die Kraft des einmündenden Nebenstromes gebrochen wird, so vermag dieser letztere auch nicht länger, sein Geröll fortzubewegen, welches sich daher meist als eine die Schifffahrt hemmende Barre an der Verbindungsstelle anhäuft.

Der Gehalt des Flußwassers an darin schwebenden Schlammtheilchen ist uns schon früher vom Ganges und vom Rhein bekannt geworden (S. 133). Er ist nicht ohne Einfluß auf die Geschwindigkeit der Flüsse, da nach Berghaus „die Adhäsion ihrer Wassermasse an diese Körperchen vermehrt werden muß, je häufiger sie sind, und ein gewisser Widerstand überwunden werden muß, um sie fortzuführen.“ Klares Wasser muß also unter sonst gleichen Verhältnissen schneller strömen als lehmiges. So unwahrscheinlich dies auch klingen mag, so ist es doch leicht dadurch zu erweisen, daß diese Körperchen, die schwerer als Wasser sind, fortwährend das Bestreben haben, niederzusinken, also durch dieses senkrecht gerichtete Bestreben die Gewalt des wagerechten Fließens in etwas gebrochen werden muß.

Nach Barrow's Berechnung führt der Hoang-Ho in jeder Stunde 2 Millionen Würfelfuß Schlamm in das Meer, dessen er 2 Procent seines

Wassers enthält. Dies würde ausreichen, in 70 Tagen eine Insel von einer geographischen Geviertmeile Flächeninhalt hervorzubringen und in 24,000 Jahren das ganze gelbe Meer auszufüllen. Diese letztere Berechnung mag uns jetzt als ein beachtenswerther Maaßstab bei der Beurtheilung geologischer Erscheinungen und Erzeugnisse dienen, indem sie uns daran mahnt, die Zeit der Ablagerung geschichteter Gesteine keineswegs als mit den tertiären Schichten geschlossen zu betrachten. Die Geschichte ruht nie, auch die Erdgeschichte nicht.

Um ein Urtheil über die wirksame Bewegungskraft der Flüsse zu bekommen, sind von Verschiedenen Versuche angestellt worden, unter denen die von dem berühmten Wasserbaumeister Carl Friedr. v. Wiebeking*) die zuverlässigsten sind. Er fand, daß Kieselsteine von 1 Pfund Schwere erst bei einer Geschwindigkeit des Wassers von 8 Fuß (in der Sekunde) fortbewegt wurden, daß Bergwasser von 16 Fuß Geschwindigkeit Steine von mehren Pfunden bewegten.

Erzeugnisse des von dem Flußwasser bewegten Schuttes, Sandes und Schlammes sind die so oft darin vorkommenden Bänke und Inseln, welche letztere an verschiedenen Orten verschieden benannt werden: Werder, Aue rc. Dieselben haben im Allgemeinen eine in der Richtung des Flusses gestreckte, dem Strome entgegen breit abgerundete, stromabwärts dagegen zugespitzte Gestalt.

Daß außerdem jeder Fluß sein Bett fortwährend erhöht, ist schon früher bemerkt worden, wodurch namentlich in dem Mündungsgebiete für die Anwohner eine große Plage herbeigeführt wird.

Schon oben wurde gesagt, daß die Eisgänge die zerreibende Kraft der Flüsse dem Bodengeröll gegenüber bedeutend vermehren. Anderweite Einwirkungen derselben auf die Flüsse und ihre Ufer sind aus den fast alljährlich stattfindenden Berichten über zerstörende Eisgänge so bekannt, daß ich sie hier übergehen kann. Vorzüglich der Rhein ist wegen der wechselnden, bald flachen, bald felsigen Beschaffenheit seiner Ufer während des Eisganges fast jedes Jahr der Schauplatz der größten Verwüstungen.

Wegen der Ungleichheit des Schneereichthums unserer Winter und wegen

*) Geb. 1762 zu Wollin, gest. 1842.

der bald plötzlichen, bald sehr allmäligen Abschmelzung desselben ist aber einerseits weder in den Frühjahrs-Hochwässern noch andererseits in den Sommer-Hochwässern eine sehr bemerkliche Regelmäßigkeit wegen einer nur sehr unbestimmten und kaum mit einigem Grunde so zu nennenden Regenperiode unserer Sommer. Dennoch läßt sich auch in unseren Flüssen einige Regelmäßigkeit in ihrem Steigen und Fallen nicht verkennen, und schon der Flußschifffahrt wegen wird an den Pegeln die Höhe des Wassers genau beobachtet.

Der physikalische Atlas von Berghaus stellt auf mehreren Karten den Gang des Wasserstandes von Rhein, Weser, Elbe und Oder theils vergleichend, theils von einzelnen dieser Flüsse für sich und zwar zum Theil von langen Zeiträumen zusammen. Es ist schwer, einige Regelmäßigkeit zu erkennen in diesen, dem Profile einer langen zackigen Bergkette gleichenden Zickzacklinien, durch welche das Steigen und Fallen dieser Flüsse angezeigt ist. Aber von hohem Interesse ist die Karte Nro. 15 der 2. Abtheilung: Hydrographie, auf welcher von Rhein, Elbe und Oder, auf die 12 Monate vertheilt, die Wasserstände in Curven vergleichend neben einander gestellt sind. Dabei fällt Etwas ganz besonders in die Augen. Es ist dies die Erscheinung, daß der Rhein zwei Perioden des regelmäßigen Hochwassers hat, von denen die eine im Februar und die andere im Juli ihren Höhepunkt hat. Jene hängt offenbar von der milden mittlen Temperatur des Gebietes seines Mittellaufes und von dem Schneereichthume ab, welche im Februar seinen Eisgang bewerkstelligt, diese dagegen von der Sommerwärme seines Quellengebietes, welches bekanntlich in den Alpen liegt. Die Kurve des Sommerwassers läuft nämlich fast vollständig parallel mit der der Sommerwärme des St. Gotthard, welcher zwar im Quellengebiete der Reuß, aber doch dem des Vorderrheins ganz nahe liegt. Daraus geht hervor, daß die Höhe des Sommerwassers des Rheins von dem Schneewasser der Hochalpen mindestens ebenso sehr wie von der Regenmenge des Rheingebietes herrührt, welche letztere im Juni und August ihre größte Höhe erreicht. Ja, daß die Kulmination der Regenmenge weniger als vielmehr die Juli-Schneeschmelze in den Hochalpen die Veranlassung zu dem Sommerhochwasser des Rheines ist, geht daraus deutlich hervor, daß die Elbe und Oder — keine Alpenflüsse — die Periode des Sommerhochwassers gar nicht haben, obgleich in den Gebieten beider Ströme

die Regenmenge ebenfalls im Sommer (im August) kulminirt. Das höchste Maaß des Regenniederschlags im Sommer scheint für Oder und Elbe deshalb keine Periode eines Sommerhochwassers begründen zu können, weil in beiden Stromgebieten zu derselben Zeit die austrocknende Wärme ihren höchsten Punkt erreicht. So bringt also für Oder und Elbe einerseits und für den Rhein andererseits die gleiche Ursache die entgegengesetzten Wirkungen hervor. Der Rhein wächst, wenn die höchste Sommerwärme den Alpenschnee in seinem Quellengebiete schmilzt, die andern beiden Ströme fallen, wenn die höchste Sommerwärme deren Zuflüsse vermindert.

Unabhängig von diesem regelmäßigen Durchschnittsverhalten dieser drei Ströme stehen die einzelnen Fälle von ganz besonders hohen Winter- oder Sommerwassern da. Hinsichtlich der ersteren übertrifft der Rhein die Elbe und Oder.

Nicht blos lehrreich, sondern im höchsten Grade bedeutungsvoll für unsere wichtigsten Interessen ist auf derselben Berghausischen Karte der Gang dieser drei Ströme nach Jahrzehnten, aus welchem sich z. B. für die Elbe von 1775 bis 1835 eine Wasserabnahme von $3\frac{1}{2}$ Fuß ergiebt und in ähnlichem Verhältnisse auch für die beiden anderen. Wir finden hierin eine Rechtfertigung unseres „Eiserns" — nenne man es immerhin so — für die Pflege der Waldungen. (S. 101.)

Ganz anders zeigt sich hinsichtlich des Wechsels im Wasserreichthum das Verhalten der großen Ströme der heißen Erdgürtel. Zu ihnen bilden viele Flüsse des südlichen Europa und die ähnlich beschaffener Länder in anderen Welttheilen gewissermaaßen einen Uebergang, wenn auch mit einer anderen Zeitbefolgung. In Spanien, besonders im südlichen Theile, sind viele selbst nicht unbedeutende Flüsse nur in der kurzen Zeit wasserreich, ja manche haben überhaupt nur dann Wasser, wenn auf den Hochgebirgen ihres Quellengebietes im Frühjahre der Schnee wegschmilzt. Bei manchen dieser Flüsse kann man sich freilich in der Eile zu einem argen Irrthume verleiten lassen, wenn man kurz vor ihrem Ausflusse in das Meer ihr breites Bett fast wasserleer findet. Es fehlt ihnen nicht an Wasser, es ist dieses nur nicht „zu Hause", denn es läuft weit und breit auf Feldern und in Gärten umher — in den Bewässerungsgräben.

Die scharfe Grenze zwischen der überfluthenden Fülle und dem auskömm-

lichen Besitze der tropischen Ströme steht mit dem in Zusammenhang, was wir hinsichtlich der klimatischen Zustände jener Ländergebiete auf S. 73 erfuhren. Die bestimmte Scheidung der Witterung in eine Regenzeit und in eine trockne Zeit muß dort einen ebenso scharfen Unterschied im Wasserreichthume der Flüsse hervorbringen. Diese Erscheinung zeigen nicht nur der Nil und die großen Ströme Südamerika's, von denen sie uns am bekanntesten ist; sondern auch der Euphrat und Tigris, der Ganges, Indus und die mächtigen Ströme Hinterindiens sowie die chinesischen Ströme zeigen dieselbe Natur, wodurch sie einen so mächtigen Einfluß auf die Kultur der von ihnen durchströmten Länder ausüben. Der Nil und manche asiatische Flüsse haben gewiß namentlich durch diesen so höchst regelmäßigen Lebensgang den Heiligenschein gewonnen, in welchem sie bei ihren dankbaren, treu der Natur ergebenen Anwohnern ein Gegenstand religiöser Verehrung geworden sind.

Unter allen Strömen zeigt jedoch keiner diesen Wechsel schärfer ausgeprägt, als der Nil, der einen so gewaltigen Einfluß auf den Kulturgang des alten einst so mächtigen Pharaonenreichs gehabt hat, daß wir den Namen Aegypten vielleicht niemals aussprechen, ohne dabei an seinen Nil zu denken. Um dies zu begreifen und zu begründen, müssen wir uns an einige merkwürdige Erscheinungen des Nils und seines Laufes erinnern. Gehen wir in Gedanken von seinem umfangreichen Delta, an dessen landeinwärts gekehrter Spitze Kairo liegt, seinem Laufe entgegen, so durchwandern wir ein fast vollkommen tischebenes Land von gegen 100 deutschen Meilen Länge, in welchem der Nil auch nicht den geringsten Zufluß erhält, selbst nicht vom Himmel, da es in diesem weiten Gebiete niemals regnet. Der Nil allein muß hier dem Boden Fruchtbarkeit geben. Eine unverzweigte Lebensader verläuft der Nil zwischen ausgedehnten Gebieten, in denen kein Tropfen Regen fällt und also auch kein Fluß dem glühenden Erdboden Fruchtbarkeit verleiht: zwischen den westlich gelegenen Wüsten Afrika's und zwischen dem wüsten Arabien jenseit des rothen Meeres. Das Steigen und Fallen des Nils geht mit einer solchen Regelmäßigkeit vor sich, daß schon die alten Aegypter ihre Jahreseintheilung darauf gründeten. Bei den Katarakten von Syene beginnt das erste Steigen des Nil in der letzten Woche des Juni, wird aber bei Kairo erst Anfang Juli bemerkbar. Es geht des geringen Falles wegen Anfangs sehr langsam, dann aber schneller und hat um den 15. August in Kairo seine halbe Höhe erreicht,

von wo es bis zu seiner größten Höhe, zwischen dem 20. und 30. September, noch 6 Wochen bedarf. Auf seinem höchsten Stande verharrt der Nil etwa 14 Tage, wonach das Sinken beginnt, so daß er bis zum 10. Novbr. wieder auf die halbe Höhe seines Steigens gesunken ist. Von dieser Zeit an sinkt er sehr allmälig bis zum 20. Mai des folgenden Jahres und bleibt also nur kurze Zeit in seinem niederen Beharrungszustande. Auch das Maaß der höchsten Anschwellung des Nil zeigt nur geringe Schwankungen, indem es gewöhnlich zwischen 21 und 24 par. Fuß beträgt, welche beide Maaße als die äußersten Grenzen angesehen werden und demnach etwa 22 Fuß als das Mittel gilt. Die Gleichmäßigkeit und Allmäligkeit des Steigens und Fallens des Nils hat eben die Anlegung der Deiche und Gräben für die Bewässerung und diese selbst so außerordentlich begünstigt. Durch den Schlamm, welchen der Nil mit sich führt, bietet er außer der Befruchtung der Felder zugleich für den Geschichtsforscher einen sehr wichtigen Zeitmaaßstab. Auf der Voraussetzung fußend, daß der Wasserreichthum des Nil seit der historischen Zeit sich ungefähr gleich geblieben sei, fand man an einem von 2 noch stehenden alten Nilmessern, dem bei der Insel Elephantine, auf Grund einer Inschrift, daß seit den Zeiten des Septimius Severus (193 bis 211 nach Chr.), also in etwa 1600 Jahren sich die Oberfläche und mithin wohl auch das Bett des Nil um 6½ Fuß erhöht habe. Nach dem andern Nilmesser bei Kairo, der erweislich um 847 errichtet worden ist, beträgt dort diese Erhöhung 3½ Fuß. Beide Maaße geben im Mittel etwa 388 Tausendstel Fuß Erhöhung für das Jahrhundert. Auf Grund dieser Berechnung suchte Girard das Alter vieler im Nilthale vorhandener Bauwerke zu bestimmen, indem er die Höhe der Verschlämmung maaß, von welcher ihre Fundamente im Laufe der Jahrhunderte umhüllt worden sind. So fand er, daß seit der Erbauung der ältesten Gebäude von Theben der Boden des Nilthals um 18½ Fuß sich erhöht haben müsse, woraus auf Grund jener durch die Nilmesser erhaltenen Maaße geschlossen wurde (im Jahre 1799), daß der Bau von Theben vor 4760 Jahren, d. i. 2960 Jahre vor Chr. begonnen worden sei.

Ehe wir die natürlichen Wasserläufe verlassen und einen Blick auf die künstlichen — die Bewässerungskanäle — werfen, lassen wir uns durch die berühmten Katarakten des Nil — wie man die Wasserfälle großer Ströme zu nennen pflegt — veranlassen, den Stromschnellen und der von den Flüssen

bewegten Wassermasse noch einige Aufmerksamkeit zu schenken. Die Stromschnellen sind nach Carl Ritter's Untersuchungen die Ueberreste von ehemaligen Kataraktten. Das fallende Wasser schliff allmälig die Kante der Stufe ab, in welcher das Flußbett plötzlich in eine niedrigere Ebene herabtritt, und das Wasser fließt nun auf der dadurch gebildeten geneigten Ebene nach Beseitigung der Hindernisse mit großer Schnelligkeit herab in das tiefere Niveau. Es besteht demnach zwischen Katarakt und Stromschnelle derselbe Unterschied, wie zwischen einem Ueberfall-Wehr und einem sogenannten Grunddamme, auf welchem letzteren das Wasser ebenfalls nur schräg herabschießt, meist jedoch — und darin besteht ein Unterschied gegenüber der Stromschnelle, langsamer als ober- und unterhalb, weil die Fläche des sanftgeneigten Grunddammes durch Faschinen und Blöcke rauh ist. Jedoch werden die Grunddämme zu wirklichen Stromschnellen, wenn bei hohem Wasserstande das aus Pfählen und Quadern bestehende schräge Fachwerk hoch überfluthet wird und dann das Wasser schnell darüber herabschießt. Meist liegen, wie sich das leicht errathen läßt, die Stromschnellen an dem Uebergange der Ströme aus dem Mittellaufe in den Unterlauf, und sind zugleich gewöhnlich durch einengende Uferberge bedingt. Dadurch wird das Wasser in der Stromschnelle außerordentlich zusammengepreßt. Eine der merkwürdigsten Stromschnellen hat der nordamerikanische Fluß Connecticut, in welcher es unmöglich ist, eine eiserne Brechstange in das Wasser einzutreiben und der Unterschied der Schwere zwischen Kork und Stein aufhört. Alles gleitet ohne einzusinken auf der eisenharten Wasserfläche pfeilschnell dahin.

Als ein Beispiel für die Raum-, Geschwindigkeits- und Massen-Verhältnisse der Flüsse entlehne ich einige Zahlen aus den Untersuchungen des Rheines bei Basel, welche 1822 der schweizerische Naturforscher Escher anstellte.

Denken wir uns den Rhein an mehreren Stellen senkrecht quer durchschnitten, so erhalten wir Querprofile seines Bettes bis an die Wasseroberfläche, deren Flächeninhalt natürlich bei hohem Wasserstande größer als bei niederem sein muß. Unterhalb der Baseler Rheinbrücke enthält ein solches Querprofil bei

1 Fuß Pegelhöhe 3840 Geviertfuß
5 „ „ 5800 „

10	Fuß	Pegelhöhe	9000	Geviertfuß
15	=	=	12,300	=
20	=	=	15,600	=

Gleichen Schrittes mit der Höhe des Wasserstandes wächst auch die Geschwindigkeit des Rheines; sie beträgt bei

1	Fuß	Pegelhöhe	$3\frac{1}{2}$	Fuß	in	der	Sekunde.
5	=	=	$4\frac{1}{3}$	=	=	=	=
10	=	=	$5\frac{1}{3}$	=	=	=	=
15	=	=	$6\frac{1}{3}$	=	=	=	=
20	=	=	$7\frac{1}{3}$	=	=	=	=

Nach diesen Messungen fließen an diesem Orte bei 3840 Geviertfuß Wasserprofil und $3\frac{1}{2}$ Fuß Geschwindigkeit in jeder Sekunde 13,440 Würfelfuß Wasser durch den Rhein ab, also in jeder Stunde 48,384,000 Würfelfuß.

„Der Mensch, sagt Escher, hat meist Mühe, sich Größen, die durch lange Zahlenreihen ausgedrückt sind, zu versinnlichen, daher es nicht unzweckmäßig ist, leicht aufzufassende Größen mit jenen durch Zahlen ausgedrückten zu vergleichen. Wenn wir nun ein Wasserbecken, z. B. den Bodensee von 15 Stunden Länge und 5 Stunden Breite mit einem ebenen flachen Boden annehmen, so würde die im Jahre 1809 bei Basel vorbeigeflossene Wassermasse (942,311,182 Baseler Geviertklaftern) in diesem Seebecken eine Höhe von 56 Fuß einnehmen; folglich müßte doch der Rhein während mehreren Jahren in den Bodensee fließen, um dieses Wasserbecken auszufüllen."

Den durchschnittlichen Jahresbetrag des bei Basel vorüberfließenden Rheinwassers schätzt Escher auf 1046,763,676 Würfelklaftern.

Welch ein Segen für den Landbau das Wasser ist, das vermag man in seiner ganzen Größe erst in jenen Ländern zu beurtheilen, wo man, die Ungunst des regenlosen oder wenigstens regenarmen Himmels unwirksam machend, den Lauf der Flüsse in ein Geflecht von Bewässerungsgräben leitet. Spanien, in jeder Hinsicht das Land der schroffen Gegensätze, ist dies vorzüglich auch hinsichtlich der Fruchtbarkeit seines Bodens. An den üppigsten Garten, in welchem Feld- und Gartenfrüchte im Schatten von Dattelpalmen und Orangenbäumen üppig gedeihen, grenzt oft unmittelbar die alles Pflanzenwuchses baare Oede, obgleich diese denselben Boden wie jene hat — weil sie um wenige Fuß zu

hoch liegt, um das belebende Element auch auf sie ausgießen zu können. Wer keine südspanische Vega gesehen hat, der kann sich nur einen unvollständigen Begriff von der Bedeutung des Wassers für das Pflanzenleben machen. Und wer sie gesehen hat, der beklagt mit mir den Fanatismus, welcher die maurische Bevölkerung von Spaniens Boden vertrieb, den diese in einen Garten verwandelt hatte, von welchem jetzt ein großer Theil in den Zustand einer Wüste zurückgesunken ist. Wie entzückend ist der Blick auf die prangende Vega von Granada, wenn man auf der Torre de la Bela der Alhambra neben der Glocke steht, die wie einst den Mauren jetzt den Erben ihrer Werke das Zeichen giebt, daß das Wasser des tausendfach zerfaserten Janil von den Fluren der einen Gemeinde auf die der anderen überzugehen hat. Noch heute sitzt unter freiem Himmel am Portal der Kathedrale von Valencia das Tribunal de Aguas, ein wahres Volksschiedsgericht, über welchem keine höhere Instanz steht, um Streitigkeiten über die Benutzung der Bewässerung zu entscheiden, wie einst an der Moschee das maurische Schiedsgericht saß, dessen Gesetze heute noch gelten, wie auch heute noch die Hauptkanäle die maurischen Namen tragen.

Die Bewässerung wird zur Nothwendigkeit in demselben Maaße, als die Regenniederschläge geringer und die Sommerwärme größer wird, bis endlich letztere beide Einflüsse ohne jene allen Pflanzenwuchs, wenigstens allen landwirthschaftlichen zur Unmöglichkeit machen. Dennoch bleibt selbst in unserem Deutschland, wo die Regenmenge und die milde Temperatur fast durchgängig den Pflanzenwuchs hinlänglich begünstigen, doch noch Veranlassung, den Boden künstlich zu bewässern. In Deutschland und in Ländern von derselben klimatischen Natur beschränkt sich die künstliche Bewässerung fast ausschließlich auf die Wiesen, über welche man entweder mit Benutzung ihres natürlichen Gehänges die Bewässerungsgräben vertheilt (Rieselwiesen, Hangbau), oder die man in ein künstlich hergestelltes Niveau mit ein wenig geneigten Beeten bringt (Rückenbau).

In der düngenden Anwendung des Wassers scheint in klimatischer Hinsicht ferner der Unterschied zu bestehen, daß in weniger warmen Ländern fast nur das in fortwährender Bewegung begriffene Wasser anwendbar ist, während in wärmeren Ländern das stehende Wasser angewendet wird. Nur bei den sogenannten Stauwiesen ist in Deutschland das stehende Wasser im Gebrauche.

Ueber die sichtbare Wirkung der Bewässerung haben wir uns im folgenden Abschnitte zu unterhalten. Hier kann nur noch Einiges über die Anlage der Bewässerungsgräben vorgebracht worden, wofür ich Spanien als Beispiel wähle.

Wie die gebildeten Orientalen schon in den ältesten Zeiten sich in den mathematischen Wissenschaften auszeichneten, so namentlich auch in der Herstellung der zur Vertheilung der Wasserläufe geeigneten Abwägung der Boden-Neigung.

Wenn man eine spanische Vega durchwandert, die sich, von malerischen Sierras umgürtet, meilenweit in der vollkommensten Ebenheit ausdehnt, und überall, wohin man auch blickt, in größeren, kleineren und immer feineren Gräben das Wasser in Bewegung findet, so sieht man staunend um sich, um die Bodenneigung zu entdecken, wodurch dieses Gefälle bedingt ist. Die Straßen der Städte entlang sieht man in der Mitte Linien von breitern Steinplatten sich hinziehen, und wenn man hier oder dort eine Lücke zwischen denselben findet, so kann man darunter die nimmer ruhenden Wellen plätschern hören, oder aus der Finsterniß heraufleuchten sehen, wenn sie den Strahl der hochstehenden Sonne in einem Blitze zurückwerfen. In jedes größere Haus tritt ein Zweig dieser reichen Wasservertheilung ein, um den nach maurischer Sitte selten fehlenden Garten des Hofes zu tränken. Und geht man dann, den Ursprung all dieses Segens aufzusuchen, an den Fluß, von dem er kommt, so findet man zuweilen eine große Ueberraschung. So ging mir es mit dem Rio Mijares in der Valencianischen Provinz Castellon de la Plana. Die Terrainverhältnisse bringen es mit sich, daß der Fluß unweit Almazora erst wenige Minuten vor seiner Mündung in das Meer in zwei Hauptarme zur Bewässerung abgeleitet werden kann. Der nördlich in die Ebene von Castellon de la Plana gehende Arm geht über eine sich in seinen Weg legende, wenn auch nur geringe, Bodenerhebung durch einen tiefen unterirdischen Kanal hinweg und der südliche Arm muß zunächst nach der Ableitung vom Strombette durch einen kleinen Tunnel kriechen, um dann in einigen Hauptarmen zweiten Ranges sich in die Fluren der kleinen Städte Villareal, Burriana und Nules zu ergießen. Am Vertheilungspunkte ist ein Damm quer über den Fluß gespannt, welcher die zwei Hauptarme nördlich und südlich weist, und als ich am 7. Juli dort war, floß kein Tropfen über den Damm in das nahe Meer,

nur einige Lachen unterhalb des Dammes deuteten an, daß in besseren Zeiten dem wohlthätigen Flusse noch einiges Wasser übrig bleibt, um es als Tribut dem Meere zuzuführen. In dem nahen Almazora ließ eben der Alcalde durch einen Trompetenstoß das Signal geben, die Wasservertheilung auf anderweite sechs Tage von der im Augenblicke bewässerten Gemeinde an eine andere abzutreten. Wem fiele hier nicht wie mir damals das Bild eines Wohlthäters ein, der all sein Hab und Gut an Bedürftige austheilt, daß zuletzt ihm selbst nichts übrig bleibt! Es kommt auch nachher von dem vertheilten Wasser, nachdem es über die Fluren seinen Segen ausgegossen hat, fast nichts in das Meer. Der dürstende Boden und die Sonnenstrahlen des wolkenlosen Himmels schlürfen das in Abertausend Portionen getheilte Naß ein. Nur hier und da bleibt an dem nach dem Meere hingelegenen Rande der Vega etwas übrig, woraus sich kleine Sümpfe, im Limusin der Valencianer malea genannt, bilden. Dort ruht das Wasser aus, und indem es zuletzt ebenfalls langsam verdunstet, ernährt es noch eine Menge hoher Sumpfgräser, brozas, mit denen der Valencianische Bauer seine fumigats (Provincialismus für hormiguero, Ameisenhaufen) speist. Diese sind etwa 3 Fuß hohe ameisenhaufenähnliche Erdhaufen, die er durch ein wenig Brennmaterial in ihrem Innern durchglüht, um gebrannte Erde und Asche zu erhalten, die auf dem Felde verstreut wird, und deren lösliche düngende Bestandtheile nachher das Wasser auflöst.

Um uns eine Vorstellung von der Ausführlichkeit der Bewässerung zu machen, betreten wir in Gedanken das auf nebenstehendem Kärtchen dargestellte bewässerte Gebiet am linken Ufer des Rio Jucar*) bei Alcira im Valencianischen. Der Pfeil giebt uns die Orientirung. Die Nordgrenze des Gebietes bildet der Anfang des großen Bewässerungscanals, Canal real de Alcira, der sich oberhalb Algemesi mit dem in den Rio Jucar einmündenden Rio Requena kreuzt und dann mehr nördlich geführt ist, um die bedeutende Strecke bis Benifayó zu bewässern, wo er sich in den herrlichen Landsee Albufera de Valencia ergießt. Wir sehen ein buntes Geflecht von Bewässerungsgräben und in der Mitte läuft ein zuletzt immer breiter werdender

*) Das j wird stets wie unser ch in Buch ausgesprochen, auch wenn es am Anfange eines Wortes steht.

Fig. 47.

Vega von Alcira im Valencianischen.

Ableitungsgraben, welcher das Wasser, nachdem es seine Arbeit gethan hat, wieder in den Rio Jucar zurückführt, eine azarbe, denn ein zuführender Kanal heißt acequia; beide Wörter sind maurisch. Der Maaßstab zeigt uns, daß das Gebiet unseres Kärtchens mindestens eine deutsche Geviertmeile groß ist. Ueber die Gräben, die gewöhnlich leicht zu überspringen sind, und welche unveränderliche, vom Gesetze bewachte sind, führen eine Menge Brücken und Stege, die wenigsten für leichte Wagen eingerichtet, da die Ernte meist von Pferden eingebracht wird. Zwischen diesen bleibenden Gräben liegen die bebauten Flächen, auf denen nach Belieben für den besondern Zweck der gerade darauf gebauten Pflanzen die feineren Gräben angelegt werden, wenn man nicht das Wasser breit darüber strömen läßt.

Mit dem unvollkommensten Ackergeräthe ist der spanische Vegabauer dennoch der geschickteste Feldarbeiter. Mit einer kurzstieligen breiten Hacke, ligon, bearbeitet er den Boden für seine Hackfrüchte, die mehr Flächenraum beanspruchen, als die Halmfrüchte. Dabei weiß er ohne Meßinstrumente die Ebenheit und das erforderliche geringe Gefälle des Bodens Jahr aus Jahr ein trefflich zu erhalten. Ohne diese Sorgfalt würde sein Feld bald ein unnützes Glied in dem wundervollen Cirkulationssysteme der Vega werden, es würde entweder versumpfen oder verdorren. Man kann nichts Zierlicheres sehen, als ein Feld voll Habas oder Garbanzos, die beliebten Hülsenfrüchte des Spaniers, die er mit kluger Ueberlegung oder mit glücklich geleitetem Griffe den nahrungsarmen Kartoffeln immer vorzieht. Reihenweise gesteckt, durchzieht er die Reihen mit schnurgeraden, sich vielfach durchschlingenden Kanälchen, so daß ein solches Feld einer architektonischen Verzierung ähnlich ist. Unterdessen läuft dicht neben dem Felde die Acequia hin, und ist dann die mühsame Grabenarbeit fertig, so öffnen ein paar Hiebe mit dem Ligon die trennende Erdwand, und das Wasser tritt langsam ein in das zierliche Labyrinth; der Bauer beobachtet den Eintritt einige Sekunden und geht dann weiter; er weiß, daß nach einer Stunde neben jeder Wurzel das Wasser gleich hoch stehen werde, denn er weiß, daß seine Arbeit im vollständigsten Niveau liegt.

Oft bin ich lange Zeit dicht am Rande ausgedehnter Weizenfelder, kaum eine Hand höher als ihr Boden, hingegangen, die eben im Körnen standen, und ich hätte darauf wetten können, daß das Wasser, welches darüber ergossen war, auf keiner Geviertruthe einen Strohhalm breit über oder unter 3 Zoll stehe.

In den unübersehlichen Reisfeldern von Catarroja, Silla, Manuel, San Felipe de Jativa begreift man kaum, wie man hier, wo man nur die vollkommenste Wasserebenheit des Bodens zu sehen glaubt, die Zu- und Ableitung des Wassers in der Gewalt habe. Monate lang steht hier das Wasser, dessen Oberfläche in der glühenden Sonnenhitze doch nothwendig unausgesetzt abdampfen muß, in unveränderlicher Höhe; es muß also der unmerkbare ununterbrochene Zufluß mit peinlicher Genauigkeit geregelt sein.

Meine Leser erlauben mir hier gewiß die Frage, mit welchem Rechte man den spanischen Landmann faul nennen könne, wo solche Thatsachen reden? Der Vorwurf trifft aber doch, nur an anderer Stelle. Seit Cavanilles, welcher 1797 sein berühmtes Buch*) schrieb, aus welchem unsere Bewässerungskarte entlehnt ist, hat kein spanischer Gelehrter über diese wichtigste Seite des spanischen Landbaues etwas Ausführliches geschrieben. Dies mußte ein Franzose, Jaubert de Passe, thun, dessen Buch ein Spanier, Don Juan Fiol, erst übersetzte**).

Das fließende Wasser hat uns lange beschäftigt und wir wenden uns nun zu den stehenden Gewässern des Festlandes.

Irgend ein Poet vergleicht die Alpenseen mit Augen, und in der That, es ist ein glücklicher Vergleich. Es spiegelt sich in ihnen die Seele der erhabenen Alpenlandschaft vom Uferrande bis hinauf zum schneeigen Alpengipfel und dem Alles überwölbenden Dome des Himmels.

Nach dem Umfange, den die stehenden Gewässer des Festlandes einnehmen, und nach einigen anderen Merkmalen geben wir ihnen verschiedene Benennungen, denen zum Theil kein scharf abgegrenzter Begriff unterliegt. Pfütze, Sumpf, Moor, Pfuhl, Lache, Teich, See bilden eine Reihe von Be-

*) Don Antonio Josef Cavanilles, Observaciones sobre la historia natural, geografia, agricultura, poblacion y frutos del reyno de Valencia. Madrid 1797. 98. 2 voll. Fol.

**) Canales y Riego de Cataluña y reyno de Valencia, por Mr. Jaubert de Passé, traducido al Castellan por el Sñr Don Juan Fiol. II. Tomi, Valencia 1844. Jetzt das Hauptwerk über dieses wichtige und lehrreiche Kapitel der spanischen Volkswirthschaft. Es enthält auch die ganze maurische und neuere Gesetzgebung über die Bewässerungs-Benutzung.

griffen, die oft nicht scharf von einander geschieden sind und durch den oft nicht nach Gründen fragenden Sprachgebrauch mit einander verwechselt werden. Selbst ein Teich, als eine mit willkürlich zu öffnendem und zu schließendem Abflusse versehene Wasseransammlung genau bestimmt, wird, wenn er einen bedeutenden Umfang hat, oft See genannt.

Wissenschaftlich unterscheidet man die Landseen als solche, welche einen natürlichen seitlichen Abfluß haben, und also streng genommen nicht stehende Gewässer sind, und als solche, welche keinen solchen Abfluß haben.

Ob der Umfang und die Tiefe eines Landsees, der keinen Abfluß hat, fortwährend — die durch die Jahreszeiten bedingten Schwankungen abgerechnet — gleich sei oder nicht, hängt von verschiedenen bedingenden Einflüssen ab. Diese sind die Größe der Wasserzuführung und deren Verhältniß zu dem Verdunstungsverluste, der Gehalt des zufließenden Wassers an Schlammtheilchen und der Grad der Zerstörbarkeit der Ufer. In dem, was wir bisher abgehandelt haben, ist die Erklärung hierzu enthalten. So erfuhren wir z. B. schon früher, daß der Caspi-See, gewöhnlicher das Caspische Meer genannt, durch die Stetigkeit seines Niveau andeute, daß, da er keinen Abfluß hat, in ihm Zufluß und Verdunstungsverlust mit einander im Gleichgewichte stehen. Bei gleichem Verdunstungsverluste müßte von zwei gleich großen Seen mit gleicher Wasserzuführung das Niveau desjenigen steigen, dessen Zufluß viel Schlammtheilchen enthielt, welche, da sie nicht mit verdunsten, den Boden des See's und demzufolge auch dessen Spiegel erhöhen würden.

Mit der Zeit aber mußten sich diese Elemente, von denen der Umfang eines Sees abhängig ist, mit einander ins Gleichgewicht setzen, und so ist wahrscheinlich bei allen Seen, wie bereits gesagt wurde mit Ausnahme der von den Jahreszeiten bedingten Schwankungen, ein Beharren im Zustande der Unveränderlichkeit anzunehmen.

Die meisten Seen empfangen ihre Wasserzufuhr durch einströmende Flüsse oder Bäche und durch Regen, nur wenige, wie z. B. der Orta-See in Italien, der See des Mont-Cenis, durch Quellen, welche unter ihrem Spiegel aus ihrem Bette entspringen.

Den Einfluß der Schutt- und Schlammzufuhr eines in ein stehendes Wasser einmündenden Flusses oder Baches auf ersteres lernten wir bereits in

dem Abschnitte kennen, in welchem wir das Wasser als erdgestaltende Macht auffaßten, wobei uns damals die Wirkungen der kleinen Regenströmchen dienen mußten (S. 198), worauf ich jetzt verweisen kann.

Bei dieser seitlichen Anfüllung des Ufers eines Sees oder kleinern stehenden Wassers spielen die Pflanzen eine nicht unbedeutende Rolle. Wenn die Anfüllung durch den Schutt eines Zuflusses so weit von dem Grunde emporgerückt ist, daß sie wenigstens während der trocknen Jahreszeit den Wasserspiegel erreicht, so stellen sich bald einige Arten von Schilfgewächsen darauf ein, welche nicht nur zwischen ihren Stengeln das Niederfallen des feinen Schlammes des immerfort stattfindenden Zuflusses begünstigen, sondern durch ihre absterbenden Theile unmittelbar zur allmäligen Erhöhung des Schwemmkegels beitragen. Je bedeutender die Bewegung des Zuflusses ist, desto beträchtlicher ist die Schuttmasse, die sie mitbringen, weil mit dem Grade der Schnelligkeit eines fließenden Wassers auch seine tragende Kraft abnimmt.

Neben diesen Kräften vermögen auch die herrschenden Luftströmungen einen Einfluß auf die Bodengestaltung der Landseen auszuüben, indem sie auf deren seichtliegendem Grunde Schlamm- und Sandbänke zusammentreiben. Im Vereine mit andern Einflüssen können dadurch Inseln in den Landseen sich bilden, von denen natürlich diejenigen zu unterscheiden sind, welche von Felsen gebildet werden, die aus dem Seegrunde aufragen.

Die Zahl derjenigen Seen, deren Zuflusse auch ein Abfluß zur Seite steht, ist bei weitem beträchtlicher als derer, bei denen das nicht stattfindet. Die Beziehungen eines Sees zu seinem Abflusse hinsichtlich der Zeit und Veranlassung der Entstehung und Bildung beider können mancherlei sein, und es führt eine darauf angestellte Untersuchung meist weit in die Geschichte der gegenwärtigen Erdepoche zurück. Der Raum des Seebeckens bildete sich entweder mit der Abflußrinne zugleich, und nachdem durch den Zufluß das erstere bis zum Niveau des letzteren mit Wasser angefüllt war, konnte erst der Abfluß beginnen; oder nachdem der See längst bestanden hatte, wurde die Abflußrinne durch ein gewaltsames Ereigniß in das Seeufer gerissen, oder dies geschah auch durch allmäliges Durchwaschen von Seiten des Seewassers an einer geeigneten Stelle.

Nach Volger's Theorie der Bodeneinstürze durch unterirdische Auswaschungen wäre die Entstehung der Seebecken ohne Mithülfe der vulkanischen

Kräfte (im gangbaren Sinne) leicht zu erklären. In einem wie im anderen Falle scheint es sich übrigens von selbst zu verstehen, daß der Boden des neu entstandenen Beckens, welcher mit dem Schutte der zertrümmerten Felsmassen ausgefüllt und von zahllosen Klüften und Zwischenräumen durchzogen sein mußte, erst allmälig durch eingeführten Schlamm verschlossen werden mußte, ehe darin Wasser stehen bleiben und sich allmälig bis zum See auffüllen konnte. Volgers Erklärung findet übrigens zunächst blos auf die hochgelegenen Seen Anwendung, da solche Auswaschungs-Einstürze einen Abfluß des auswaschenden Wassers als Quelle an der Oberfläche tiefer liegender Ebenen voraussetzt.

Zufluß und Abfluß liegen bei langgestreckten Seen meist an den beiden Enden einander gegenüber, wie z. B. am Bodensee, Genfer, Brienzer und anderen Schweizer Seen. Seltener liegen beide einander ziemlich gegenüber an den langen Seiten des Sees, wie z. B. am Baikalsee der Zufluß Selenga und der Abfluß Angara.

Wenn auch wenigstens an gewissen Stellen eines Landsees mit Zu- und Abfluß dessen Wasser zu ruhen scheint, so muß es doch, wenn auch oft unbemerkbar, in einer ununterbrochenen Bewegung sein, deren Vertheilung einigen Einfluß auf die Ablagerung des Schlammes auf dem Seeboden haben muß. An manchen langgestreckten Seen ist die Bewegung so bedeutend, daß im Einklange damit ihr Spiegel eine Neigung nachweisen läßt. Dies gilt z. B. von dem Genfer See, aus welchem deshalb auch die Rhone, welche bei ihrem Einflusse 10 Fuß höher, als an ihrem Ausflusse liegt, mit einer bedeutenden Gewalt ausfließt.

Es leuchtet ein, daß selbst in verhältnißmäßig kurzer Zeit das Gleichgewicht zwischen Zu- und Abfluß entweder zeitweilig oder dauernd gestört werden kann. Jenes hauptsächlich durch vorübergehende Verarmung der Zuflußquellen in Folge ungewöhnlich trockner Sommer; dieses durch bleibende Veränderung des Klimas, bei welcher wir von selbst ausgedehnten Entwaldungen einen Einfluß einräumen. Auf diese Weise kann ein See, der früher einen Abfluß hatte, denselben einbüßen. Es ist dies mit dem Neusiedler und dem Platten-See in Ungarn der Fall.

Im Verlaufe vieler unserer Flüsse bemerkt man von Höhenzügen umgebene Thalweitungen, welche sich mehr oder weniger als ehemalige Land-

seen zu erkennen geben, welche einstmals von dem allein übrig gebliebenen Flusse durchströmt worden sind.

Daß es Landseen giebt, deren Spiegel unter dem des Meeres liegen, haben wir durch den Caspi-See und das todte Meer bereits erfahren (S. 255). Diesen sei hier als ein dritter Fall dieser Art der salzige Assal-See an der Ostküste Afrika's im Lande Adel hinzugefügt, welcher 800 Fuß unter dem Spiegel des rothen Meeres liegt. Daß viele Landseen nicht nur mit ihrem Spiegel, sondern auch mit ihrem Boden über dem Meeresspiegel liegen, wissen wir alle durch die Schweizer Seen, ja es liegen die meisten Binnenseen (wie man bekanntlich die Landseen auch zu nennen pflegt) über dem Meeresspiegel. Ich schalte hier eine kleine Tabelle über die Seehöhe der meist so unvergleichlich schönen Landseen der Schweiz ein.

Gardasee	213	Fuß	über	dem	Meeresspiegel
Lago Maggiore	643	=	=	=	=
Luganer See	831	=	=	=	=
Genfer See	1153	=	=	=	=
Bodensee	1225	=	=	=	=
Züricher See	1259	=	=	=	=
Wallenstadter See	1308	=	=	=	=
Zuger See	1308	=	=	=	=
Bieler See	1335	=	=	=	=
Neuchateler See	1339	=	=	=	=
Murten-See	1340	=	=	=	=
Vierwaldstädter See	1340	=	=	=	=
Sempacher See	1530	=	=	=	=
Thuner See	1760	=	=	=	=
Brienzer See	1790	=	=	=	=

Wir sehen aus diesen Angaben, daß benachbarte, durch einen Fluß zusammenhängende Binnenseen zuweilen nur wenig im Niveau verschieden sind. Der durch die Broie in den Neuchateler See abfließende Murtensee liegt nur 1 Fuß, also beinahe gar nicht höher, als jener, und der Bieler See, in den sich die aus dem Neuchateler See kommende Zihl ergießt, nur 4 Fuß tiefer als dieser. Dagegen liegt der Brienzer See 30 Fuß höher als der Thuner See, obgleich die Aare nur eine halbe Stunde zu laufen hat, um aus jenem

in diesen zu kommen. Sie hat dafür aber auch einen starken Fall, während die Zihl, zumal sie einen längeren Lauf hat, sehr langsam fließt. In solchen Fällen ist es wahrscheinlich und zuweilen, wie hinsichtlich des Neuchateler und Murtensees, nachweisbar, daß die Seen früher einen See gebildet haben.

Außer den eben angeführten giebt es noch viele kleinere Landseen in der Schweiz, die zum Theil noch viel höher liegen, und begreiflich sind die höher gelegenen Schweizer Seen immer kleiner, weil die sich mit zunehmender Höhe mehr und mehr zuspitzenden Gebirgskörper immer geringere Gelegenheit zu ausgedehnten, dauernden Wasseransammlungen bieten. Dicht neben dem 6665 Fuß hohen Grimselhospiz liegt ein kleiner See und unweit davon noch einige hundert Fuß höher der Todtensee, so genannt, weil er kein thierisches Leben in seinem Schooße birgt. Noch etwas höher liegt der Moesola-See dicht unter der Paßhöhe des großen Bernhardin, welche 7680 Fuß beträgt. Zwei ebenfalls sehr hochgelegene Alpenseen Graubündtens lernten wir bei der Betrachtung der Wasserscheiden kennen, welche in horizontaler Beziehung dicht neben einander, aber in einer beträchtlichen Höhenverschiedenheit von einander abliegen, den Lago Nero von 7185 und den L. Bianco von 6865 Fuß Seehöhe. Zwischen beiden liegt ein Punkt der Scheidegrenze zwischen Inn und Etsch, in dem der L. Nero nordwärts in den Inn und der L. Bianco südlich in die Adda, einen Nebenfluß des Po, fließt. Ueberhaupt entspringen sehr viele Bäche des Alpenlandes aus kleinen hochgelegenen Binnenseen. Die Etsch entspringt aus dem im Vintschgau 4375 Fuß hoch gelegenen Reschensee. Viele von den höchsten Alpenseen sind nur kurze Zeit des Jahres, meist blos 3 Monate, eisfrei und werden dann durch das Schneewasser gespeist.

Die Landseen der Schweiz sind jedoch noch nicht die höchsten der Erde; der Titicaca-See in den Andes von Peru und Bolivia liegt ungefähr 12,000 F. (3899 Meter nach Humboldt) über dem Meeresspiegel und bedeckt einen Flächenraum von 252 Geviertmeilen. In so bedeutender Höhe kann eine so ausgedehnte Fläche nur dadurch möglich werden, daß sich die Andeskette spaltet und ein weites Hochplateau einschließt. Noch weit auffallender aber als seine bedeutende Höhe ist am Titicaca-See der Umstand, daß er der Mittelpunkt eines kleinen Gebietes continentaler Ströme ist, wie wir ein solches von größerem Umfange in Inner-Asien kennen lernten, in welchem der Caspi-, der Aral- und zahllose andere kleine Seen das Wasser sämmtlicher Flüsse aufnehmen (S. 374). Die

Erscheinung eines bedeutenden Stromgebietes von 12,000 Fuß Seehöhe ohne einen Abfluß in irgend ein Meer ist um so auffallender, als die Küste des großen Oceans nur wenige Meilen in horizontalem Abstande von dem Westrande des Titicaca-Sees entfernt ist. Würde je durch eine vulkanische Katastrophe, an denen die Westküste von Südamerika bekanntlich reich ist, dem See eine Abflußrinne geöffnet, so würde dies bei der sehr steil aufragenden Westseite der Andes einen ungeheuren und unabsehlichen Wasserfall geben.

Noch höher als der Titicaca-See, nämlich über 15,540 Fuß (5180 Meter), liegen nahe beisammen im Himalaya die Seen von Mapana und Lanka, welche als die Quellen der 4 heiligen Flüsse den Hindus ein Gegenstand der Verehrung sind.

Die Farbe der Landseen kommt der des Meeres an Schönheit oft gleich, wie z. B. der Genfer See ganz die Farbe des Mittelmeeres trägt. Meist ist aber ihre Farbe mehr grün als blau, und zwar zuweilen so entschiedenes Grün, daß, wer sie nicht selbst gesehen hat, geneigt ist, das Colorit von Landschaftsbildern für übertrieben zu halten. Neben dieser Färbung behauptet sich die höchste Durchsichtigkeit und Klarheit des Wassers. Der Thuner See und besonders der Vierwaldstädter See in seinem oberen Theile bei Brunnen zeigen ein leuchtendes Grün. Wodurch diese Farbe hervorgebracht werde, ist eben so wenig vollständig ermittelt, wie von der Farbe des Meerwassers. Mancher von hohen Bergen umstandene Landsee würde wahrscheinlich seine prachtvolle Färbung nicht haben, wenn er in der Ebene läge. Berghaus behauptet, daß die Reinheit des Wassers, d. h. das Freisein von aufgelösten Stoffen, die Bedingung der Färbung der Alpenseen nicht sein könne, einfach aus dem Grunde, weil das Wasser keines derselben chemisch rein sei. Es scheint eine gewisse Größe des Landsees und eine gewisse Beschaffenheit seiner Umgebungen erforderlich zu sein, um das Wasser derselben grün gefärbt erscheinen zu lassen. Der kleine See der Grimsel und der Todtensee, welche beide ganz durchsichtiges Wasser haben und die noch kleineren Seen am Faulhorn und unterhalb der Grimsel auf dem Räterichsboden, eben so rein, zeigen durchaus die meergrüne Färbung nicht. Auch nach der Entfernung zeigt sich die Farbe verschieden. Den großen Landsee Albufera de Valencia hielt ich aus einer Stunde Entfernung wegen seiner prächtigen blauen Färbung für das Meer

und fand ihn nachher in der Nähe farblos, während man die Schweizerseen dicht am Ufer gefärbt findet.

Jedenfalls ist bei der Hervorbringung der Farbe der Grad der Durchsichtigkeit, die Tiefe, die Beschaffenheit des Bodens und, wie ich bereits andeutete, die Höhe und sonstige Beschaffenheit des Ufers von Einfluß, nächst diesen endlich auch die Dichtigkeit des Wassers nach Maaßgabe der fremden Beimischungen, die Bewegung der Oberfläche und vielleicht auch strömende Bewegungen in der Tiefe.

An manchen Landseen bringen dicht unter ihre Oberfläche aus großer Tiefe emportretende Kuppen des hügeligen Seebodens scharfbegrenzte Farbenverschiedenheiten hervor. Dicht bei Zürich hat hierdurch der übrigens ziemlich lebhaft seegrüne See milchbläuliche Flecken von ziemlicher Ausdehnung.

Neben der Farbe ist es namentlich die Durchsichtigkeit des Wassers, was viele Landseen, namentlich die des Alpengebietes, auszeichnet. Unvergleichlich schön ist bei steiniger Bodenbeschaffenheit das Lichtbild, welches die von einem sanften Lufthauche gekräuselte sonnbeschienene Oberfläche auf dem Boden malt. Auf dem Grunde des Grimsel-Sees bei etwa 2 Ellen Wassertiefe machte dies täuschend den Eindruck, als würde ein weitmaschiges goldenes Netz auf dem Boden bewegt. Als Seitenstück zu dem, was ich auf S. 281 von der Durchsichtigkeit des Meerwassers mittheilte, erinnere ich hier an die wegen ihrer lufthellen Klarheit weltberühmten Landseen von Schweden, von welchen Elliot namentlich die Täuschung hervorhebt, die den in einem Boote darüber hin Fahrenden glauben macht, er habe nicht Wasser, sondern Luft unter sich. Wenn man auf dem glatten Wasserspiegel sich langsam dem Gipfel eines darunter liegenden Berges nähert, so glaubt man ebenso, man habe ihn erstiegen, wie man nach Ueberschreitung des vielleicht selbst noch tief unter dem Wasserspiegel liegenden Gipfels erschrickt, weil man hinunter zu fallen glaubt. Auf dem Boden des Genfer Sees sieht man vom Dampfboote aus in beträchtlicher Tiefe jeden Stein scharf und deutlich gezeichnet liegen.

Unter den im Wasser der Binnenseen aufgelösten Stoffen spielt wie im Meerwasser das Kochsalz die wichtigste Rolle und es giebt bekanntlich eine große Anzahl wegen ihres großen Reichthums daran sogenannter Salzseen. Namentlich sind die Taffelländer der Mongolei und Tatarei und die ungeheure Sibirische Ebene reich an Salzseen, von denen einige zu gewissen Zeiten

gesättigte Salzlösungen sind (S. 346). Die Entstehung der Salzseen kann auf mancherlei Ursachen beruhen, deren thatsächliche Nachweisung freilich nur in den wenigsten Fällen gelingen dürfte. Man kann annehmen, daß ein Salzsee ein in einer Vertiefung der Erdoberfläche zurückgebliebener Rest des Meeres sei, welches in früheren Erdzeiten andere Grenzen gehabt hatte als jetzt, aus denen es sich zurückzog. Oder der Salzsee kann durch Salzbäche entstanden sein, deren es so gut wie Soolquellen giebt, welche einem salzhaltigen Steppenboden das Salz entführen und in einem vertieften Mittelpunkte der Steppe zusammenfließend einen immer größer werdenden See bildeten. Es kann auch gedacht werden, daß Süßwasserbäche in derselben Weise einen See bildeten, der dadurch zum Salzsee wurde, daß auf seinem Boden ein Steinsalz-Stock oder Lager zu Tage ausgeht. Jede dieser Ursachen kann bei der Bildung eines Salzsees wirksam gedacht werden. Wir dürfen aber auch der auf S. 266 gedachten Erklärungsweise nicht vergessen, welche mit der — auch von Maury angenommenen — Theorie Halley's zur Erklärung des Salzgehaltes des Meerwassers zusammenfällt. Danach muß jeder Binnensee, der einen ununterbrochenen Zufluß, aber keinen Abfluß hat, endlich dadurch zum Salzsee werden, daß der geringe Salzgehalt, der jedem süßen Wasser zukommt, sich im Binnensee anhäufen muß, da er durch die Verdunstung nicht wieder verloren gehen kann. Dieser Theorie ist es außerordentlich günstig, daß namentlich das ungeheure Gebiet Inner-Asiens, welches wir mit Berghaus das Gebiet der Continentalströme nannten (S. 374), überreich an Salzseen ist.

Viele Salzseen sind unerschöpfliche Quellen für die Gewinnung von Kochsalz. Als Beispiel davon gebe ich eine Schilderung des berühmten Elton-See's, welcher in dem großen Winkel liegt, den die Wolga westwärts am Anfange ihres Unterlaufes macht.

In einer vollkommen ebenen Steppe gelegen hat der Elton-See eine länglichrunde Gestalt und einen Umfang von 7 Meilen. Er ist von geringer Tiefe und kann daher in seiner ganzen Breite durchwaten werden. Nur zur Zeit des Schneeschmelzens und im Oktober schwillt er durch Regenwasser etwas an. Das Wasser, welches von allen Seiten kleine gesalzene Flüsse ihm zuführen, verändert seinen Spiegel nicht, weil es gerade so viel beträgt, als dieser durch Verdunstung verliert. Der Elton-See ist also einer von denen, in welchen Zufluß und Verdunstungsverlust mit einander im Gleichgewichte stehen.

Das Wasser des Elton-Sees ist nicht klar, sondern gelblich und etwas getrübt und enthält außer Kochsalz noch viele andere Salze als Begleiter desselben in Auflösung. Nach den Jahreszeiten schwankt der Reichthum des Kochsalzgehaltes und beträgt höchstens 13 Procent. Am ärmsten ist das Wasser nach dem Schneeschmelzen und zur Regenzeit im Herbste. In der heißen Jahreszeit, wo die Verdunstung am stärksten ist, bildet sich aus schwimmenden kleinen Salzkrystallen ein zartes Salzhäutchen auf dem Spiegel des Sees, welches niedersinkt, um einem neuen Platz zu machen. Auf diese Weise bildet sich im Laufe des Sommers eine lockere Salzschicht auf dem Boden des Sees, welche man neues Salz nennt. Sie wird aber nicht gewonnen, weil sie mit zum Theil bitteren und leicht zerfließlichen Salzen verunreinigt ist, von denen sich das Kochsalz der Schicht erst allmälig rein wäscht. Während der kalten Jahreszeit, welche diese Salzausscheidung unterbricht und namentlich durch das Schneewasser wird eine dünne schwärzliche Thonschicht über die letzte Schicht neuen Salzes geführt, welches inzwischen sich gereinigt hat. Auf diese Weise besteht der Grund des Elton-Sees aus zahlreichen Schichten von Salz und Thon. Im Jahre 1805 wurde dies Verhältniß genau untersucht und man durchbrach eine Menge solcher Schichten, die zwischen 1 bis 9 Zoll Dicke schwankten und hart, steinsalzartig waren. Zuletzt kam man auf einen felsenfesten Steinsalzkörper, der so hart war, daß die eisernen Werkzeuge zerbrachen und man das Vorhaben, noch tiefer zu dringen, aufgeben mußte.

Die nur von einer dünnen Wasserschicht leicht verhüllte weiße Salzmasse, welche die ganze ungeheure Fläche des Bodens des Elton-Sees bedeckt, giebt ihm von Weitem das Ansehen einer Eisfläche und bringt bei tiefstehender Sonne überraschende Lichtwirkungen hervor. Darauf gründet sich der Name des Sees, der kalmückisch Altan-Nor, goldner Stern, lautet.

Aus dem Elton-See gewinnt die russische Regierung alljährlich große Massen Kochsalz auf die einfachste Weise. In flachen Kähnen, für welche des niederen Wasserstandes wegen aber immer noch Kanäle in den Salzgrund gebrochen werden müssen, fahren immer je zwei Arbeiter hinaus, von denen der eine eine Salzscholle losbricht, die der andere mit einer Schaufel erfaßt und von dem Schlamme rein spült. Da die beladenen Kähne in dem seichten Wasser das Ufer nicht wieder erreichen können, so laden sie das Salz auf einem in den See hinausgebauten Damme aus, von wo es in die Magazine geschafft wird.

Die erwähnten Lichterscheinungen sind auch anderen Salzseen eigen, bei denen ebenfalls das feste Salz nur von einer dünnen Wasserschicht bedeckt ist. In dem heißen Sommer von 1833 erhellte der Salzsee von Kujanlik bei Odessa alle Abende, wenn der Seewind kam, die ganze Gegend. Ob dies in Folge der Insolation (so nennt man es, wenn ein Gegenstand den Sonnenstrahlen lange ausgesetzt ist) geschah, so daß der salzreiche Seespiegel die eingesogenen Sonnenstrahlen als selbstleuchtend gewordener Körper wieder ausstrahlte, oder ob der durch die große Wärme besonders energisch stattfindende Krystallisations-Vorgang die Lichtentwickelung bedingte, ist nicht zu entscheiden. Nach der Undulationstheorie ist obiges „eingesogen" natürlich nicht wörtlich zu nehmen, da dem Leuchten der Sonnenstrahlen kein Lichtstoff zu Grunde liegt. Die andere Erklärung jenes Leuchtens des Sees von Kujanlik wäre nicht ohne Vorgang, da man anderweit den Krystallisations-Proceß von Lichterscheinung begleitet gefunden hat.

Wenden wir uns von diesen salzigen Landseen an die Meeresküsten, so finden wir an denselben mancherlei örtliche Bedingungen vereinigt, wodurch Lagunen oder Küstenseen vom Meere getrennt werden, zu denen die bekannten Liman's an der Bessarabischen Küste des schwarzen Meeres gehören.

Neben den Landseen, in deren Wasser das Kochsalz besonders reichlich vertreten ist, sind die Natronseen Aegyptens und der Debrecziner Ebene in Ungarn noch zu erwähnen, aus denen das Natron in Menge gewonnen wird.

Endlich stellen sich den versteinernden Quellen, die wir früher kennen lernten (S. 353), versteinernde Seen an die Seite, d. h. solche, deren Wasser doppeltkohlensauren Kalk in Auflösung enthält, der sich daraus nach Verlust eines Theiles seiner Kohlensäure als einfachkohlensaurer Kalk fällt, und diejenigen Gegenstände mit einer Rinde von Kalk überzieht, welche in dem Wasser sich befinden.

In früheren Zeiten sind solche inkrustirende Landseen sehr häufig gewesen, wie wir aus den ausgedehnten Lagern von Kalktuff abnehmen können, in welchem man sehr deutlich noch die Hohlräume der Pflanzenstengel erkennen kann, an denen sich die Kalkmasse ansetzte (S. 184). Ein solcher tuffbildender Binnensee ist der Lough Neagh in Irland und der See Deria Schahi in Persien.

An manchen Landseen zeigen sich mancherlei besondere Erscheinungen, von denen wir das zeitweilige Verschwinden des Zirknitzer Sees (S. 368) bereits kennen gelernt haben. Der Caspi-See, der größte Binnensee der Erde, hat selbst in der geschichtlichen Zeit beträchtliche Veränderungen seines Wasserstandes erfahren, indem es selbst sehr wahrscheinlich ist, daß er noch um das Jahr 500 mit dem Asowschen und Aral-See zusammengehangen hat. In ebenfalls sehr frühen Zeiten muß am Südende des Caspi-Sees ein Steigen seines Spiegels um wenigstens 50 Fuß stattgefunden haben, was aus Gebäuden hervorgeht, welche jetzt unter Wasser stehen. Seitdem hat nicht blos ein stetiges Fallen, sondern abwechselnd, jedoch nicht nach regelmäßigen Zeiträumen, ein Steigen und Fallen des Caspi-Sees stattgefunden.

Es ist schwer zu entscheiden, ob es sich hier um ein wirkliches Steigen und Fallen des Seespiegels, also um eine Ab- und Zunahme des Wassers handele, oder ob dies nur scheinbar sei und ob nicht vielmehr das Ufer durch vulkanische Wirkung eine Hebung und Senkung erfahren habe, wie wir dieselbe früher von vielen Meeresküsten kennen lernten (S. 253). Genauere Untersuchungen, welche Lenz vor etwa 20 Jahren am Caspi-See angestellt hat, sind noch nicht hinreichend gewesen, diese Frage zu entscheiden.

Wir kehren an der Hand von Berghaus noch einmal zu dem Zirknitzer See, dem berühmtesten der intermittirenden Seen, zurück. Sein von zwei gleichlaufenden Höhenzügen und an den beiden anderen Seiten von niedrigen Hügeln begrenztes Becken ist, bei gewöhnlichem Wasserstande, dreiviertel Meilen lang und eine halbe Meile breit. Er liegt in einem sehr höhlenreichen Kalk der Juraformation zwischen dem durch seine berühmte Tropfsteinhöhle berühmten Adelsberg und Laas bei dem Städtchen Zirknitz. Die Höhlen seines Felsenbodens enthalten beständig Wasser und von diesen sind 12, welche abwechselnd Wasser speien oder verschlingen, oder 28, welche es blos aufnehmen.

„Wenn nasses, ungestümes und stürmisches Wetter einfällt, berichtet Berghaus, so werfen jene Höhlen zum Theil mit großem Getöse, den Springbrunnen ähnlich, eine ungeheure Menge Wasser von sich. Besonders geschäftig zeigen sich hierbei zwei Höhlen in dem Berge Javorning und ohne sie würden alle übrigen Bäche und Quellen, die sich in dieses Thal ergießen, nicht vermögend sein, dasselbe in einer so beträchtlichen Tiefe anzufüllen. Steinberg versichert, daß die übrigen Zugänge des Wassers bei beständig

anhaltendem Regen den See innerhalb zwei Tagen kaum bis auf die Hälfte erfüllen könnten, dahingegen diese zwei Höhlen, bei einem nur wenig Stunden anhaltenden und mit Sturm und Gewitter begleiteten Regen denselben so schnell unter Wasser setzen, daß die auf ihm befindlichen Fischer öfters kaum durch die schleunigste Flucht der Gewalt des eindringenden Wassers entrinnen könnten. Diese zwei Höhlen heißen Vranja Jana und Sucha Dulza. In ihnen sind auf allen Seiten die Oeffnungen sichtbar, durch welche das Wasser aus dem Innern des Berges in diese Hauptcanäle eindringt. Mit allem dem fließt der See ungleich geschwinder an als ab; denn wenn auf dem umliegenden Gebirge viel Regen fällt, so wird er wohl in einer Zeit von 24 Stunden auf seinen gewöhnlichen Wasserstand gehoben; um ausgeleert zu werden, braucht er aber meistens 25 Tage."

Dieser wunderbare See wird alsdann durch 2 Höhlen, die den Namen Velka Karlauza und Malka Karlauza führen, auf seinem gewöhnlichen Wasserstande eine Zeit lang erhalten, indem sie das überschüssige Wasser verschlingen. Reichen ihre Schlünde dazu nicht mehr aus, so erfolgen ausgedehnte Ueberschwemmungen weit in das ebene Land hinein.

Dieses wechselvolle Leben des Zirknitzer Sees hat zu der sich von Buch zu Buch fortpflanzenden Fabel Anlaß gegeben, daß man alljährlich auf dem Raume, den er einnimmt, fischen und mähen könne, indem nach dem Ablaufen eine Aussaat sich schnell und üppig entwickele und reife. Da der See aber in manchen Jahren gar nicht abläuft und in anderen Jahren, wo er es thut, oft unerwartet zeitig zurückkehrt, so beschränkt sich jenes Mähen auf das Gras, was allerdings auf den fruchtbaren Rändern des Sees schnell emporschießt. Allerdings ist er einmal ein volles Jahr lang (vom Januar 1834 bis Ende Februar 1835) bis auf den letzten Tropfen abgelaufen gewesen, während sonst gewöhnlich einiges Wasser und in diesem die Fischbrut übrig bleibt. Diese vollkommene Entfernung alles Wassers wurde benutzt, die Abzugshöhlen von entstandenen Verstopfungen zu reinigen, um dadurch wo möglich den Abfluß zu regeln. Man zog massenhaft allerlei Dinge aus den Schlünden hervor; außer Erde, Schutt, Steinen, Schilf auch Baumklötzer und Stücke von Fischerkähnen.

In manchen selbst nicht zu großen Landseen bemerkt man ein unregelmäßig eintretendes Steigen und Fallen ihres Spiegels. Da dies von dem

Maaße des zuströmenden Wassers unabhängig ist, so hat man es für eine Ebbe und Fluth gehalten. Allein, da selbst große Strecken des Meeres, welche als Becken durch eine Meerenge abgeschlossen sind, keine Ebbe und Fluth zeigen, so können wir diese um so weniger auf den viel kleineren Binnenseen erwarten. Solche Niveau-Schwankungen, die man am Genfer See seiches nennt, kommen außer an diesem auch am Bodensee, Züricher, Neuenburger, Comer-, Platten- und anderen Landseen vor. Sie binden sich an keine Tages- und Jahreszeit, obwohl sie häufiger am Tage als des Nachts und häufiger im Frühjahre und Herbste als im Sommer und Winter beobachtet werden, und finden am stärksten an der Stelle statt, wo der See seinen Abfluß hat. Die Dauer dieser räthselhaften Erscheinung übersteigt selten 20—25 Minuten, ist sogar oft viel kürzer. Von den verschiedenen Erklärungsversuchen hat derjenige die größte Wahrscheinlichkeit, daß die Seiches von einem gleichzeitig ungleichmäßigen Luftdrucke auf verschiedene Stellen des Seespiegels herrühren.

Was die Tiefe der Landseen betrifft, so ist diese natürlich sehr verschieden und selbst nicht abhängig von dem Relief ihrer Umgebungen, indem eben so sehr in ebenen Gegenden sehr tiefe, als in gebirgigen seichte Landseen vorkommen. Der Titicaca-See, den wir als den höchstgelegenen kennen lernten, scheint auch der tiefste zu sein, da seine Tiefe zu 3480 Fuß angegeben wird. Die größte Tiefe des Bodensees, welche in der Mitte zwischen Friedrichshafen, Langenargen, Romanshorn und Arbon liegt, beträgt 856 Fuß. Die bedeutendste Tiefe des Vierwaldstädter Sees bei dem Dorfe Isleten, wo er kaum eine Viertelstunde breit ist, und die man zwischen 800 bis 1070 Fuß fand, steht im Einklange mit den senkrechten Uferfelsen an dieser Stelle. Diese bestehen aus etwa 600 Fuß hohen Kalkwänden, deren vielfach gewundene Schichten an beiden so nahe gegenüberliegenden Ufern einander vollkommen entsprechen, so daß man nicht zweifeln kann, daß man die beiden Rißflächen eines früher zusammenhängenden Bergstockes vor sich hat, in dessen Spalt der See eingedrungen ist. Da ist es denn sehr wahrscheinlich, daß sich dieser Spalt eben so unter wie über den Seespiegel tief fortsetzt und die große Seetiefe bedingt. Die Tiefe des Neuenburger Sees wird zu 450 Fuß angegeben.

Wir sind am Schlusse der einen, der größeren Hälfte unserer Betrachtung, wobei wir das Wasser für sich und unabhängig von seinen Beziehungen zum Leben auffaßten. Nur im 3. Abschnitt, wo uns das Wasser als Regulator des Klima's erschien, und gelegentlich auch noch an einigen anderen Stellen trat es uns gewissermaßen vorbereitend in seiner Machtstellung vor das Auge. Es bleibt uns zunächst übrig, das Wasser in derjenigen Auffassung zu betrachten, in welcher es uns auf dem Bilde des Umschlages erscheint: als lebenspendendes Element. Wenn uns dasjenige am nächsten steht, was unmittelbar in das Getriebe unseres leiblichen Lebens eingreift, so tritt uns im nächsten Abschnitte das Wasser am meisten nahe, denn wir finden es in ihm als eine Lebensbedingung von der allergrößten Bedeutung.

Sechster Abschnitt.

Das Wasser als Ernährer.

Einleitendes. Die Erscheinung der Endosmose. — Eigenschaften des Wassers, durch welche es tauglich wird, das organische Leben zu vermitteln; das Wasser als nie fehlender Bestandtheil im Körper der belebten Wesen; das Wasser als Nahrungsmittel und als Vermittler der Ernährung; das Wasser gegenüber dem Leben der Pflanzen, Ent- und Bewässerung; — die Physiognomie der Pflanzenwelt als Anzeiger der Luft- und Bodenfeuchtigkeit; das Wasser gegenüber dem Thier- und unserem eigenen Leben; das Wasser als Heilmittel.

Die Kraft ist kein stoßender Gott, kein von der stofflichen Grundlage getrenntes Wesen der Dinge. Sie ist des Stoffes unzertrennliche, ihm von Ewigkeit innewohnende Eigenschaft.
Moleschott, Physiologie d. Stoffwechsels.

Darum ist es auch der Forscher heiligste Pflicht, daß sie Aecker und Aecker, Blut und Blut, Steine, Pflanzen, Thiere zerlegen, um die Verhältnisse der Vertheilung immer richtiger würdigen zu lernen. Nichts darf uns entmuthigen, nichts kann uns entmuthigen auf der Bahn, die uns als Wegweiser und Meilenzeiger überall Belohnungen hinstellt, die uns nicht verdunkelt werden können, nicht durch den Zweifel der Unthätigen, nicht durch das Achselzucken der ungläubigen Schwärmer, die sich einbilden, daß sie die Kraft vom Stoffe trennen können, nicht durch die Ungeduld der Goldmacher, die das Ziel vor dem Wege finden wollen. Richtige Vertheilung des Stoffes, die müsset Ihr lehren! So ruft mit Recht der Landwirth, so ruft der Arzt, so ruft der Staatsmann, so ruft der Arme, wenn er Einsicht hat in die Ursachen seines Entbehrens, seiner Leiden. Die Naturforscher sind die thätigsten Bearbeiter der socialen Frage, die sich durch Waffen in der Hand wohl als Bedürfniß kund geben, als offene Frage verrathen, aber nie und nimmer wird beantworten lassen. Ihre Lösung liegt in der Hand des Naturforschers, die von der Erfahrung der Sinne mit Sicherheit geleitet wird. Am Baume der Erkenntniß wächst das Bedürfniß, aber in dem Bedürfnisse keimt die Macht, die es befriedigt. Das Wissen ist die unüberwindlichste Macht, es ist die Macht des Friedens. Erkenntniß ist nicht blos der höchste Preis, sie ist auch die breiteste Grundlage eines menschenwürdigen Lebens.
Moleschott, der Kreislauf des Lebens.

Diesen beiden Stellen aus den Werken Jacob Moleschotts, des geistreichen, kampfgerüsteten Anwaltes des Stoffes gegenüber den Rittern von

der gespenstischen Kraft, füge ich nun hinzu: und in diesem Kreislaufe des Stoffes behauptet das Wasser einen Platz von der größten Bedeutung.

Jedermann kennt die Größe dieser Bedeutung des Wassers, aber es ist nöthig, daß Jedermann wisse, wie dasselbe diese Bedeutung gewinnt.

Ehe wir die dahin zielenden Eigenschaften des Wassers besprechen, die uns aus dem Früheren zum Theil schon bekannt sind, müssen wir eine Erscheinung kennen lernen, welche den Namen Endosmose führt, wofür leider keine allgemein gültige deutsche Benennung vorhanden ist. Mit den Worten des scharfsinnigen Physiologen C. Ludwig in Wien, dem die Lehre der Endosmose nächst E. Brücke in Wien das Meiste verdankt, besteht der Vorgang der Endosmose darin: „daß zwei in irgend welcher Art verschiedene Flüssigkeiten durch eine (molekular*) oder grob) poröse Scheidewand getrennt sind, in welche eine oder beide Flüssigkeiten so eindringen können, daß sie sich innerhalb oder an der einen Grenze der Poren in unmittelbarer Berührung finden. Zugleich wird vorausgesetzt, daß eine etwa vorhandene Verschiedenheit des hydrostatischen Druckes, den die beiden Flüssigkeiten auf die Flächen der Scheidewand ausüben, nicht hinreicht, um bei dem Widerstande dieser letzteren als Bewegungsursache einer der beiden Flüssigkeiten angesehen werden zu können. Die hervorragenden Erscheinungen, die unter diesen Umständen die Diffusion „— gegenseitige Durchdringung —“ darbietet, sind: a) die beiden durch die Scheidewand getrennten Flüssigkeiten gleichen ihre Verschiedenheiten vollkommen aus, so daß gerade, wie wenn die Scheidewand fehlte, der Diffusionsproceß nicht eher beendigt ist, als bis die Flüssigkeiten beiderseits vollkommen einander gleich sind. — b) Die Volumina (Raummengen) der durch den Diffusionsstrom auf die beiden Seiten der Scheidewand beförderten Flüssigkeiten sind einander meist nicht gleich, oder mit andern Worten, die Dif-

*) Molekeln oder Molekule nennt man die kleinsten Theilchen des Stoffes, in denen jedoch noch die Eigenschaften desselben vereinigt sind, daher sie nicht mit den Atomen (S 20) zu verwechseln sind. Es besteht also z. B. jede Wassermolekel noch aus Wasser- und Sauerstoff. Mithin wären molekulare Poren einer Scheidewand so kleine Oeffnungen, durch welche blos die denkbar kleinsten Theilchen (die Molekeln) hindurchgehen können. Einzelne Molekeln wie molekulare Poren sind für unser Auge nicht wahrnehmbar. Eine mit Wasser gefüllte und zugebundene Schweinsblase fühlt sich äußerlich kaum feucht an, und doch hat sie molekulare Poren, denn das Wasser geht daraus durch Verdunstung an der Oberfläche der Blase allmälig verloren.

fusionsströme überwiegen an Stärke in der einen Richtung diejenige in der anderen. — Die Geschwindigkeit, mit der zwei Flüssigkeiten durch die Scheidewand hindurch sich ausgleichen, ist eine andere, als ohne Gegenwart derselben."

Die unter b) bezeichnete Verschiedenheit der zu einander übergeströmten Mengen der durch die Membran geschiedenen Flüssigkeiten ändert sich mit dem Wechsel der Scheidewand, d. h. der chemischen und physikalischen Beschaffenheit ihres Stoffes, mit quantitativen und qualitativen Veränderungen in der Zusammensetzung der Flüssigkeiten und mit der Temperatur.

Man kann die Endosmose leicht durch einen einfachen Versuch sich veranschaulichen und die dazu nöthigen Gefäße sind in jeder Wirthschaft zur Hand; es sind dies ein Bierglas und ein Lampencylinder. Die eine Oeffnung des letzteren verschließt man mit fest und straff schließend übergebundener Schweinsblase. Dann füllt man sie etwa zur Hälfte mit Salzwasser, für welches also die Schweinsblase den Boden abgiebt. Ein großes Wasserglas füllt man ebenfalls ungefähr zur Hälfte mit etwa der doppelten Menge reinen Wassers, dann stellt man den Cylinder mit dem Salzwasser in das Wasser und man hat nun auf der einen Seite der Membran (der Schweinsblase) reines Wasser, auf der andern Salzwasser, also zwei Flüssigkeiten von ungleicher Beschaffenheit, welche eben blos die Membran von einander trennt. Hat man am Cylinder und am Glase durch einen Feilstrich sich den Stand der Flüssigkeit angemerkt, so wird man nachher die Endosmose dadurch wirksam sehen, daß die Flüssigkeit in dem Cylinder nach einigen Stunden schon über den Feilstrich gestiegen ist, indem das äußere reine Wasser schneller durch die Schweinsblase herein in den Cylinder dringt, als aus diesem das (dichtere) Salzwasser hinaus zu dem reineren Wasser im Glase. Dieses Wandern beider Flüssigkeiten durch die, hier molekularen, Poren der Membran hindurch zu einander dauert so lange, bis beide Eins geworden sind und man dann zwischen dem ober- und dem unterhalb der Membran sich befindenden Wasser keinerlei Unterschied mehr wahrnehmen kann. Zuletzt findet man das ganze Wasser gesalzen, aber um so viel schwächer als vorher das Wasser im Cylinder allein, als dieses an das vorher salzlose Wasser Salz abgegeben hat. Dieser Versuch wird noch beweisender, wenn man von beiden Flüssigkeiten das gleiche Maaß nimmt und beiden gleiche Oberflächengröße giebt, damit

weder ein hydrostatischer noch ein Luftdruck der einen auf die andere stattfinden kann.

Zu den Diffusionen gehören außer der Endosmose auch noch die auf S. 16 besprochene Lösung und die Quellung (Imbibition). Die Quellung ist die Eigenthümlichkeit vieler thierischer und pflanzlicher Stoffe, auf eine besondere Weise und in einem bestimmten Maaße von Flüssigkeiten, also auch von Wasser durchdrungen zu werden, wobei man das höchste Maaß von Flüssigkeit, welches ein Stoff aufnehmen kann, das Quellungsmaximum nennt. Trockene Schweinsblase quillt bekanntlich im Wasser an, wobei sie gefügig, durchscheinender und schlüpfrig biegsam wird; eine Tafel Leim quillt ebenfalls in kaltem Wasser an, ehe sie sich darin aufzulösen beginnt.

Von der Quellung pflanzlicher und thierischer Stoffe kommen im täglichen Leben eine Menge der verschiedensten Fälle vor. Da die Quellung nicht nur durch die tropfbaren Flüssigkeiten, sondern auch durch deren Dampf bewerkstelligt wird, so gehören in das Gebiet alle hygroskopischen Erscheinungen (S. 51), welche man auch als Quellen, Anquellen, Aufquellen zu bezeichnen pflegt. Man spricht von verquollenen Fenstern, wenn bei anhaltend feuchter Luft die Fenster nicht aufgehen wollen, weil die Rahmen den Wasserdampf aus der Luft aufgenommen haben.

Ist die von einem gequollenen festen Stoffe aufgesogene Flüssigkeit eine Lösung, so ist die Menge der aufgesogenen Lösung abhängig von dem Gehalte derselben. Liebig hat ermittelt, daß 100 Gewichtstheile trockner Ochsenblase von reinem Wasser 310 Gewichtstheile aufnehmen, von einer 9procentigen Kochsalzlösung nur 288, von einer $13,_{8}$ procentigen 235 und endlich von einer 18 procent. nur 219 Gewichtstheile. Noch bemerkenswerther als dieses von der Procentigkeit einer Lösung abhängige Quellungsmaaß ist der Umstand, daß die von einer thierischen oder pflanzlichen Membran aufgenommene Lösung nicht in demselben Gehalte aufgenommen wird, in welchem sich dieselbe ihr darbietet. Aus einer $7,_{2}$ proc. Glaubersalzlösung wurde von Ochsenblase eine Flüssigkeit aufgenommen, welche nur $4,_{4}$ Proc. Glaubersalz enthielt. Es wird also durch die Verwandtschaft der Membran zu dem eingedrungenen Wasser dessen Lösungsvermögen beschränkt.

Aus dem Mitgetheilten geht von selbst hervor, wodurch zunächst das Wasser seine Bedeutung für den pflanzlichen und thierischen Körper gewinnt.

Es gewinnt dieselbe als Lösungsmittel und als Quellungsstoff (Imbibitionsstoff). Es gewinnt diese Bedeutung drittens noch dadurch, daß es ein Abkühlungsstoff und Wärmeregulator ist, indem es dem Körper fortwährend Wärme entzieht, welche bei seiner Verwandlung in Dampf gebunden (latent) wird. Endlich ist das Wasser Nahrungsstoff an sich.

Ehe wir weiter gehen, müssen wir den Begriff eines Nahrungsstoffes feststellen, über den keineswegs allgemein ein richtiges Verständniß obwaltet, ja den man vielmehr selbst von gelehrter Seite hier und da als unbestimmbar erklärt hat. Er läßt sich aber dennoch, wenigstens für das thierische Leben — welches das unsrige begreift — feststellen und zwar im Hinblicke auf die Bedeutung des Blutes, welches für das Thierleben eine viel größere physiologische Geltung hat, als die Säfte der Pflanzen, unter denen man bis jetzt keinen hat nachweisen können, welcher für den Aufbau und für die Verjüngung des Pflanzenleibes dieselbe allgemeine Geltung hätte, wie sie das Blut für den Thierleib hat. Da das Blut allein es ist, aus welchem sich alle Theile des Thierleibes bilden und fortwährend durch den Stoffwechsel verjüngen, so kann man es mit Moleschott als die Summe der allgemein verbreiteten Bestandtheile der Thiere betrachten. Demnach muß alles Dasjenige als ein Nahrungsstoff gelten, was den wesentlichen Bestandtheilen des Blutes entweder gleich oder wenigstens so ähnlich ist, daß es in dieselben durch die Verdauung umgewandelt werden kann.

Die Begriffe Nahrungsmittel oder Speise und Getränk, und Nahrungsstoff werden oft nicht bestimmt genug unterschieden. Jedes Nahrungsmittel enthält wohl Nahrungsstoffe, aber besteht nicht immer allein aus solchen, ja kann sehr arm daran sein. Milch ist ein Nahrungsmittel und zugleich durch und durch Nahrungsstoff, während Salat, Vielen eine angenehme Speise, äußerst arm an Nahrungsstoffen ist. Was ein Nahrungsmittel außer eigentlichem Nahrungsstoff enthält, wird als unverdaulicher Rest aus dem Körper wieder ausgeschieden.

Der Verdauungsproceß gleicht in seinen einzelnen Gliedern und Stoffen gewissermaßen dem Hüttenprocesse. Die Nahrungsmittel sind die Erze, das Blut das daraus geschmolzene Metall und die Auswurfsstoffe sind die verbleibenden Schlacken.

Das Blut besteht aus 1) anorganischen Bestandtheilen, 2) aus

organischen stickstofflosen und 3) aus organischen stickstoffhaltigen Bestandtheilen. Ebenso sind die Nahrungsstoffe anorganische oder organische, und die letzteren entweder ohne oder mit Stickstoffgehalt.

Vor der Beantwortung der Frage, ob das Wasser Nahrungsmittel oder Nahrungsstoff oder beides zugleich sei, untersuchen wir dessen Anwesenheit im lebenden Organismus. Wir begegnen ihm im Thier- wie im Pflanzenleibe in einer Allgemeinheit und Häufigkeit wie kaum einer anderen chemischen Verbindung. Jede chemische Zerlegung irgend eines Thieres oder einer Pflanze oder eines ihrer Glieder weist einen mehr oder weniger großen Wassergehalt nach, und wenn uns der untersuchte organische Körper auch als noch so trocken bekannt ist. Wir haben schon früher gesehen (S. 26), daß wir selbst im trockensten Holze mit Leichtigkeit Wasser nachweisen können, so daß man mit wissenschaftlicher Genauigkeit die Bezeichnung trocken, welche doch die Freiheit von anhaftendem oder hygroskopischem Wasser ausdrücken soll, noch näher dahin bestimmt hat, daß man den lufttrocknen Zustand — wie er uns im Alltagsleben allein vorkommt — vom unbedingt trocknen, durch starke Erhitzung künstlich hervorgebrachten, unterscheidet. Ein rheinischer Würfelfuß frischgefällten Buchenholzes wiegt 64 bis 65 Pfund, lufttrocken nur 30—40 Pfund, und auch dieses verliert durch künstliche Austrocknung noch einige Pfund an Gewicht und an Wasser. Man nimmt an, daß frisches Holz durchschnittlich 40 Procent Wasser enthält und davon nach 8 bis 10monatlicher Austrocknung an der Luft dennoch nur 25 Procent verliert, also im lufttrocknen Zustande noch 15 Procent enthält. Wir können uns demnach nicht wundern, wenn aus frischgefälltem Holze eilig aufgeführte Gebäude nach kurzer Zeit am „Schwamm“ leiden, einem Pilzgebilde, welches sich auf eine noch unerforschte Weise mit Hülfe der Holzfeuchtigkeit in dem Holze entwickelt, was in den Mauern eingeschlossen nicht austrocknen kann; wir können uns nicht wundern, wenn Hausgeräthe, die wir „recht billig“ in den gerühmten „Möbelmagazinen“ kauften, in unseren geheizten Zimmern reißen und schwinden, wenn sogar uralte Erbstücke, zu nahe an den Ofen gestellt, Risse bekommen, da auch sie noch Wasser enthielten.

Es ist leicht, den Wassergehalt frischer Pflanzen annähernd kennen zu lernen, indem man den in Folge der Austrocknung sich ergebenden Gewichtsverlust mißt, welcher das Maaß des Wassergehaltes angiebt.

Gehen wir von diesem einen äußersten Gegensatze zu dem andern über, so begegnen wir dem überschwänglichen Wasserreichthum mancher tropischer Pflanzen, unter denen die durch ihren Namen schon sich als „Pflanzen-Quelle" kund gebende Ostindische Pflanzengattung Phytocrene und der wunderbare Kuhbaum, Galactodendron dulce, Venezuela's die hervorragendsten sind. Aus den lianenartig die Gebüsche durchflechtenden Stengeln der Phytokrene strömt, wenn man sie durchschneidet, eine Fülle fast ganz reinen Wassers aus, hinreichend, den Durst zu löschen, während der reichliche Saft des Kuh- oder wörtlich übersetzt Milchbaumes, eine wohlriechende und wohlschmeckende Milch ist, die von den Venezuelanern massenhaft genossen wird und deren Hauptbestandtheil wie in der thierischen Milch das Wasser bildet. Unter den bei uns wachsenden Pflanzen sind als besonders wasserreich zu nennen die Kürbisgewächse, zu denen auch die Gurke gehört, die Balsamine (Impatiens noli me tangere), der Weinstock, der mit der Phytokrene und den Wasser- oder Jägerlianen, Cissus, der Tropen in die große Ordnung der Doldenpflanzen gehört, die auch bei uns noch einige andere besonders wasserreiche Arten zählt. Es sind besonders die Wurzeln und Früchte vieler Pflanzen und zu gewissen Zeiten die Stengel, welche reich an Wasser sind, obgleich dieses zu keiner Zeit einer Pflanze oder einem Pflanzengliede ganz fehlt. Das Wasser ist in den süßen oder farbigen oder wohlriechenden oder sonst wie chemisch besonders geeigenschafteten Säften der Pflanze der Träger der bezüglichen Stoffe, welche darin entweder in Lösung oder schwebend enthalten sind.

Die Entfernung des Wassers aus dem Pflanzengewebe ist nicht bloß bei dem Holze und bei dem Grase ein Gegenstand unserer Bemühung, sondern eine Menge anderer Pflanzen werden entweder der einfachen Lufttrocknung oder einer künstlichen Austrocknung unterworfen. Bei letzterer muß es namentlich die Aufgabe sein, während der Entfernung des Wassers demselben nicht Zeit zu lassen, in eine chemische Stoffumsetzung einzugehen, wodurch die uns erwünschten Eigenschaften der betreffenden Pflanzen ganz oder theilweise verloren gehen würden. Letzteres geschieht namentlich, wenn die künstliche Austrocknung unter Anwendung eines hohen Wärmegrades stattfindet, welche bekanntlich die chemischen Vorgänge meist beschleunigt und unterstützt. Dies ist namentlich mit dem „gedörrten" oder „gebacknen" Obste (Aepfel, Pflaumen, Birnen ꝛc.) der Fall. Diese Rücksicht hat neuerdings in Frankreich und in

Deutschland namentlich in Frankfurt a. M., Fabriken ins Leben gerufen, in welchen Gemüsepflanzen, Heilkräuter, Obst durch künstliche Austrocknung ohne Anwendung großer Wärme ausgetrocknet und dann stark zusammengepreßt werden. Auf diese Weise dauerhaft gemachte Pflanzenstoffe behalten nicht nur beinahe vollständig ihren natürlichen Geschmack, sondern nehmen auch beim Kochen vollständig ihre lebendigen Formen wieder an.

Von besonderer Wichtigkeit ist die Entfernung des Wassers aus den Samen, welche keimfähig bleiben sollen, aus denen man es sogar künstlich durch bedeutende Wärmegrade entfernen kann, ohne daß sie die Keimkraft verlieren. Nicht hinlänglich trocken aufgehäufte Sämereien verlieren durch eintretende Gährung leicht ihre Keimkraft oder keimen zu unwillkommner Zeit in den Vorrathsräumen.

Wie groß die Wassermasse ist, welche ihren Weg aus dem Boden durch den Pflanzenleib in die umgebende Luft nimmt, kann man leicht erfahren, wenn man eine Feuchtigkeit liebende Pflanze, z. B. den bekannten Aaronstab, Calla aethiopica, mit einer gemessenen Wassermenge begießt und zur Vergleichung immer die gleiche Menge in einem offenen Gefäße der Verdunstung aussetzt. Man wird finden, daß von letzterem nur ein kleines Maaß verloren geht, während die Pflanze bedeutende Massen verbraucht. Zu einer solchen Beobachtung eignet sich die in den botanischen Gärten meist leicht zu habende guineische Pflanze Pistia Stratiotes, welche als eine schöne Blätterrosette wie die Meerlinsen auf dem Wasser schwimmt. Ein Gefäß, in welchem solche Pflanzen vegetirten, verlor sechsmal so viel an Wasser als ein anderes ohne dieselben. Auf dieser Thätigkeit des Pflanzenlebens beruht großentheils die früher besprochene große Bedeutung des Waldes für die klimatischen Verhältnisse eines Landes. Das „Thränen" des Weinstocks, „der Birkenchampagner" der reichliche Zuckersaft des Zuckerahorns sind bekannte Beispiele des Wasserreichthums in diesen Pflanzen.

Wenden wir uns nun zu dem Wassergehalte der thierischen Körper und derer Theile, so begegnen wir sogleich im Blute dem größten Maaße desselben, in welchem auf 100 Theile im Mittel 90 bis 93 Theile Wasser kommen.

Bekanntlich scheidet sich das Blut eines Aderlasses, welches wir wohl alle einmal gesehen haben, nach einiger Zeit in den sogenannten „rothen Blut-

kuchen" und in das gelbliche „Blutwasser". Diese Scheidung wird durch die Zusammenziehung des im Blute vertheilten gerinnenden Faserstoffes bewirkt, welches mit einer solchen Gewalt stattfindet, daß es die dem Faserstoffe anhaftenden Blutscheiben (gewöhnlich gegen deren Form verstoßend Blutkügelchen genannt) zusammenrafft und dabei alles Blutwasser (Serum) aus dem Blutkuchen (Cruor) auspreßt.

Daß das Blut bei vielen Thieren nicht roth gefärbt ist, bedarf keiner Nachweisung durch Beispiele, eben so wenig, daß die Blutscheiben die Träger der Blutfarbe sind. Sie sind in weißlichem Blute meist grünlich gefärbt. Neben diesen Blutkörperchen, deren farbige und farblose im Blute vorkommen, finden sich in der Grundmasse desselben, dem Wasser, noch Lösungen von Salzen (namentlich Kochsalz), eiweißartigen Körpern, Fett und Zucker. Außerdem ist das Blutwasser immer noch mit drei Gasen geschwängert, mit Sauerstoff, Kohlensäure und Stickstoff.

Außer dem Blute enthält jedes weichere Gewebe des Thierleibes Wasser in Menge, und auch in den härtesten Theilen (Knochen, Zähnen, Schuppen, Schildern, Haaren, Horn) ist das Wasser vertreten.

Ein Stoff nun, der in so großer Allgemeinheit und oft in so großer Menge in allen Thieren und Pflanzen enthalten ist, kann nicht anders, muß eine nothwendige Lebensbedingung, muß ein Nahrungsstoff, nicht bloß ein Nahrungsmittel sein. Es ist aber auch zugleich und vielleicht in vorwaltender Weise letzteres. Als allgemeines Lösungsmittel, dessen Wirksamkeit unter der Betheiligung der Kohlensäure und der Wärme wir als so bedeutend kennen gelernt haben, ist das Wasser für alles organische Leben der mächtige, überall behülfliche Ernährungsvermittler, als welchen wir es in das Auge fassen wollen, indem wir unsere Betrachtung zunächst an das Pflanzenleben und dann an das Thierleben anlehnen. Wir erhalten dadurch Gelegenheit, die wichtigsten Vorgänge des Ernährungslebens der Gewächse kennen zu lernen, welche erst in den letzten Jahrzehenden genauer erforscht worden sind, und deren Kenntniß bei der Ausübung der Geschäfte des Land- und Forstwirths, des Gärtners und des Winzers von so einflußreicher Bedeutung sind. Es war namentlich Liebig's berühmtes Buch „die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie", welches vor 17 Jahren die Landwirthe und Physiologen, denen darin der Vorwurf der Unwissenheit

gemacht wurde, aufrief, durch vereinte Arbeit diesen Vorwurf von sich abzuwälzen.

Die Kenntniß des Ernährungslebens der Gewächse ist nicht blos eine Frage der Wissenschaft -- sie ist eine brennende Frage der Zeit, denn mit der Zahl derer, die gesättigt sein wollen, müssen auch die Vorräthe der Nahrungsmittel wachsen, wenn nicht ein immer schreienderes Mißverhältniß eintreten soll. Dies kann nur geschehen durch eine Steigerung der Ertragsfähigkeit des Bodens, welche wieder einzig und allein beruht auf der Kenntniß der Bedingungen des Pflanzenlebens. Ist es auch in den letzten Jahrzehenden hierin besser geworden, so sind wir doch immer noch sehr weit entfernt von der höchstmöglichen Ausnutzung des bebauten und des noch unbebauten aber anbaufähigen Bodens. Die vielbeliebten Redensarten der landwirthschaftlichen Reformer, in denen bald in dem bald in jenem Sinne „Theorie und Praxis“ vorkommt, sind immer noch nicht zu der einzig richtigen Formel gekommen, welche lauten wird: Theorie und Praxis durchdringen einander. Die Widerwilligkeit der weitaus großen Mehrzahl der „Praktiker“ und „Empiriker“ gegen die Rathschläge der Wissenschaft ist noch lange nicht besiegt, viel weniger einem willigen Eingehen darauf, am allerwenigsten einer sich wie von selbst verstehenden Befolgung gewichen.

Wir dürfen auch nicht ungeduldig werden. Wir dürfen uns weder über die harthörige Ungläubigkeit des Landmanns, noch über die breitspurige oder sich verletzend herablassende Beredtsamkeit unserer gelehrten „Feldprediger“ ereifern. Die klägliche Schulbildung der Einen, wie der vom Leben abgewendete Bildungsgang der Anderen bedingen es mit Nothwendigkeit, daß Beide nichts weniger als einig sind.

Es würde allein ein langes Kapitel füllen, dessen Gehörigkeit an diesen Platz bestritten werden würde, wollte ich diese Andeutungen weiter ausführen. Nur leise berühren wollte ich bei dieser Gelegenheit die Wurzel des drohenden Uebels. Denn ein Uebel von großer Bedeutung ist es, wenn die thatsächlich vorliegende und ohne Zweifel bleibende Preissteigerung der nothwendigsten Lebensmittel nicht unschädlich gemacht wird durch eine Steigerung des Bodenertrages.

Es ist wieder das Wasser in seinen zwei beweglichen Formen, was hier eine Rolle von der hervorragendsten Bedeutung spielt. Die Klagen des Land-

mannes über „trockne Jahre“ und über „nasse Jahre“ drücken das deutlich genug aus; es sagt zugleich, daß eins der Hauptbestreben des landwirthschaftlichen Fortschrittes dahin gerichtet sein müsse, sich soweit möglich dieser Abhängigkeit von dem Maaße des Wassers zu entwinden.

Es klärt uns sofort über die Bedeutung des Wassers für das Pflanzenleben auf, wenn wir erfahren, daß die Pflanze durchaus nur solche Nahrungsmittel in sich aufnehmen kann, welche sich in einem luftförmigen oder tropfbarflüssigen Zustande befinden. Die allerfeinste Zertheilung eines in Wasser unauflöslichen Stoffes macht denselben doch nicht fähig, in die Pflanze als Nahrungsstoff eindringen zu können, selbst wenn er ein solcher ist. Wenn man z. B. Kreide als feinstes Pulver unter Wasser rührt, so daß dieses dadurch eine Milchfarbe bekommt, so kann nur das Wenige davon in die Wurzel einer in dieses Wasser gesetzten Pflanze eindringen, was nach dem fest bestimmten Lösungsverhältnisse im Wasser löslich ist. Ist zuletzt alles Wasser von der Pflanze aufgesogen, so bleiben die Kreidetheilchen an der Außenseite der Wurzel und an den Wandungen des Gefäßes zurück.

Wenn wir von den luftförmigen Nahrungsstoffen der Pflanze (z. B. Kohlensäure und Ammoniak) absehen, so ist demnach das Wasser das unentbehrliche Mittel, den festen Stoffen diejenige Form zu geben, in welcher es ihnen möglich wird, als Nahrungsstoff in das Innere der Pflanzen einzudringen. Aber auch die gasförmigen Nahrungsstoffe, wie die beiden genannten und andere, die sich in Wasser auflösen, werden ebenso oft als Lösungen in Wasser von den Pflanzenwurzeln, wie von den Blättern als Gase aufgenommen.

Nachdem der Landmann den Samen in den gutgedüngten Acker gesäet hat, sieht er mit Verlangen einem Regen entgegen, weil er weiß, daß ohne dieses Auflösungsmittel der Dünger wirkungslos im Boden liegt.

Doch hat für den keimenden Samen — um einige weiteren Mittheilungen über die Bedeutung des Wassers für das Pflanzenleben nach den Abschnitten desselben zu ordnen — das Wasser noch eine andere, als eine die Bodenbestandtheile auflösende Bedeutung.

Wir müssen uns zunächst an den Bau der Pflanzensamen erinnern, wie er in den wesentlichen Stücken für alle Blüthenpflanzen gleich ist. Wir wählen

dazu eine Mandel. Wenn wir dieselbe kurze Zeit in siedendem Wasser gehabt haben, so kann man dann leicht die braune Schale davon abstreifen, was meine Leserinnen beim Kuchenbacken schon oft gethan haben werden. Nachdem die Mandel der Schale entledigt ist, so zerfällt sie bekanntlich leicht in zwei mit ebenen Seiten aneinander liegende Hälften, welche nur an der Spitze durch ein kleines kegelförmiges Körperchen zusammenhängen. Letzteres ist der Keimling, Embryo, aus welchem sich nach dem Keimen die junge Pflanze entwickelt; jene beiden großen Mandelhälften sind die sogenannten Samenlappen, Cotyledonen. Letztere bestehen aus einem sehr kleinmaschigen Zellgewebe, dessen einzelne Zellen bei allen Blüthen- oder Samenpflanzen mit Stärkemehl, Zucker, fetten Oelen, stickstoffhaltigen und mancherlei anderen Stoffen angefüllt sind. Diese Stoffe sind geeignet, dem nach dem Beginne des Keimens sich entwickelnden Pflänzchen als Nahrung zu dienen, indem sie unter Einwirkung einer mäßigen Wärme und der im Erdboden enthaltenen Luft sich durch das eindringende Wasser auflösen. Da der Keimling mit den Samenlappen zusammenhängt, so ist dadurch ein Weg vorhanden, wodurch die aufgelösten Nahrungsstoffe in jenen eindringen und ihn ernähren können. Wir sehen also, daß der ausgestreute Same noch nicht gleich des Düngers oder der an sich im Boden und der Luft enthaltenen Nahrungsstoffe bedarf, denn für das Keimpflänzchen reicht der Vorrath, den ihm die Mutterpflanze in den Samenlappen auf seine Lebensreise mitgegeben hat, eine Zeit lang aus, ehe es sich des zuerst entwickelten Würzelchens bedient, um seine Nahrung aus dem Boden zu schöpfen. Es kann demnach kein Pflanzensame ohne Wasser keimen, sei dieses nun tropfbar flüssiges oder dampfförmiges.

Nun haben aber weder die äußersten Zellen der Samenschale, welche das Wasser aus der Umgebung aufnehmen, noch die Zellen der Samenlappen und des Keimlings selbst, Löcher oder Spalten in ihrer Haut, durch die das Wasser frei eintreten und sich von Zelle zu Zelle bewegen könnte. Die stärkste Vergrößerung zeigt uns diese Zellenhäute vollkommen dicht, wenn auch sehr dünn und fein. Gleichwohl müssen die Moleküle, aus denen sie besteht (S. 418), für unsere natürliche und durch künstliche Mittel gesteigerte Sehkraft unsichtbare Oeffnungen zwischen sich haben, wie wir sie in jeder organischen Haut bei der Betrachtung der Endosmose und Quellung (S. 419) annehmen mußten. Denn diese beiden Erscheinungen im Leben des Wassers sind es,

welche das Keimen der Samen einleiten und fortführen. Legt man einige Erbsen oder Bohnen in kaltes Wasser, so wird die glatt aufliegende Schale nach kurzer Zeit durch Quellung runzlig und erst nach noch weiterer Zeit werden die Samen wieder glatt und sind dann auch etwas größer, weil das Wasser durch die Samenschale hindurch in das Zellgewebe der Samenlappen eingedrungen ist, deren vollkommen feste Nahrungseinschlüsse durch das Wasser aufgelöst zu werden beginnen, wodurch sich die Samenlappen ebenfalls ausdehnen und nun die durch Quellung größer gewordene Schale wieder vollkommen ausfüllen. Bald aber wird für den immer mehr aufquellenden Samen die Schale sogar zu eng, weil durch die Auflösung der Nahrungsstoffe in den Samenlappen und die Vergrößerung des Wurzelkeimes durch die bereits begonnene Ernährung, diese Theile immer mehr vergrößert werden — es zerreißt demnach die Samenschale und der Wurzelkeim (gewöhnlich der Keim schlechthin genannt) tritt durch den Riß heraus, um sich ein geeignetes Bett im Boden zu suchen.

So weckt und befreit das Wasser den Keim des Samens, der vielleicht lange, wohl gar ein Jahrtausend und länger geschlummert hatte; so lange bleiben unter günstigen Umständen viele Pflanzensamen keimfähig. Diese günstigen Umstände beruhen auf einem Abschlusse des Temperaturwechsels und der Feuchtigkeit, überhaupt aller der Bedingungen, welche die chemischen Processe im Samen hervorrufen können, auf welchen das Keimen beruht. Es ist erwiesen, daß dreitausend Jahre alte, in ägyptischen Mumiensärgen gefundene Samen gekeimt haben und vollkommen gesunde und ausgebildete Pflanzen hervorbrachten. Auf der andern Seite giebt es Pflanzen, deren Samen sehr schnell ihre Keimkraft verlieren, unter denen namentlich die unserer Rothbuchen und Eichen zu nennen sind, mit denen der Forstmann große Noth hat, um sie länger als für die nächste Aussaat keimfähig zu erhalten. Im Allgemeinen kann man wohl sagen, daß diejenigen Samen am längsten keimfähig bleiben, welche ihrer innern Beschaffenheit zufolge am wenigsten flüssige oder zur Verflüssigung geneigte Stoffe enthalten, deren Bestandtheile also am leichtesten in einem ruhigen Stillstande ihres chemischen Verhaltens beharren. Namentlich ölreiche Samen verlieren ihre Keimkraft schnell.

Das Keimen der Samen ist somit einfach ein chemischer Proceß, den wir bei vielen Pflanzenarten willkürlich zu dieser oder zu jener Zeit herbei-

führen können. Er ist, wie andere chemische Processe, oft von staunenerregenden Kraftäußerungen begleitet. Die gewundenen Knochennähte des Hirnschädels kann man auf keine andere Weise auseinander treiben, als indem man durch das Hinterhauptsloch die Schädelhöhle ganz voll Erbsen füllt und dann Wasser hineingießt. Die keimenden Erbsen treiben die Nähte unwiderstehlich auseinander. Man kann sich ein ähnliches Schauspiel leicht mit einer Glasflasche verschaffen.

Nachdem das Wasser der jungen Pflanze die Pforten des Lebens gewaltsam geöffnet hat, bleibt es nun treu ihr ganzes Leben hindurch ihr Begleiter und Ernährer — Ernährer auch in der Bedeutung des Versorgers, indem es alle Nahrungsstoffe in flüssige Form überführt.

Auf diese Weise nimmt die Pflanze durch die endosmotische Kraft eine viel größere Wassermenge in sich auf, als sie zur Bereitung ihrer zunehmenden Zellenmasse unmittelbar verbraucht. Die Menge des aufgenommenen Wassers steht immer im geraden Verhältnisse zu der Löslichkeit der ihr nothwendigen festen Stoffe im Wasser. Wenn zur Lösung eines gewissen Maaßes eines festen Stoffes, den die Pflanze aufnehmen will, das tausendfache Maaß Wasser erforderlich sind, so muß sie nothwendig jene 1000 Theile Wasser mit in den Kauf nehmen, wenn sie den einen Theil des darin gelösten festen Stoffes haben will.

Da diese Wasseraufnahme der Pflanzen, außer in der Zeit der Winterruhe, ununterbrochen stattfindet und nur durch den Einfluß von Licht und Wärme in ihrem Maaße bestimmt wird, so muß die Pflanze viel mehr Wasser aufnehmen, als sie in sich festhalten kann, als sie für sich selbst verbraucht. Dieser Ueberschuß von Wasser tritt aus den Blättern der Pflanzen durch Verdunstung in die Luft und schon der Engländer Stephan Hales*), einer der Begründer der wissenschaftlichen Lebenslehre der Gewächse, maaß die von den Pflanzen ausgedunstete Wassermenge. Er fand, daß ein großer Stock der bekannten Sonnenrose, Helianthus annuus, durch die Blätter in 12 Tagesstunden 13 Pfd. Wasser aushauchte. Dies wurde durch trocknes, warmes Wetter begünstigt, durch feuchte Luft vermindert; in der Nacht betrug die Verdunstung einigemal nur etwa 2 Pfund, und war sogar ganz unterblieben. Boussingault, den

*) Geb. 1677 zu Beelebourn in Kent, gest. 1761.

Moleschott mit Recht „den wissenschaftlichsten Bearbeiter landwirthschaftlicher Fragen" nennt, sagt, daß diese Verdunstung eine Lebensbedingung für die Pflanzen ist, und diese sterben, sobald man die Verdunstung verhindert.

Nur ein kleiner Theil des aufgesogenen Wassers bleibt mit den darin gelöst gewesenen festen Substanzen in dem Pflanzeninnern zurück.

Dieses Verhalten der Pflanzen, was bei unseren fünf Monate lang belaubten Bäumen außerordentlich große Maaße zeigen muß, macht uns nun das noch anschaulicher und einleuchtender, was wir früher über die klimatische Bedeutung der Waldungen erfuhren.

Die Aufnahme von Wasser durch die Pflanzenwurzel ist nicht zu allen Zeiten gleich. Bei unseren Bäumen ist es beim Erwachen des Frühjahrs am stärksten. Das Wasser löst dann die großen Vorräthe von assimilirten Nahrungsstoffen auf, welche vom vorigen Jahre her in gewissen Theilen des Holzkörpers, des Markes, und in den Knospen aufgespeichert sind, um den Stoff zu den Neubildungen zu gewinnen. Man nennt dies den Frühjahrssaft-Strom, der sogar mit einer großen Gewalt stattfindet. Stephan Hales hat ihn zuerst gemessen und gefunden, daß er den Druck des Luftmeeres überwindet. Das aus dem Boden aufgesogene Wasser steigt in den gestreckten Holz-Zellen des Stammes und der Zweige empor und wird dabei anfangs nur wenig verändert, wenigstens steigt mit Cochenille roth gefärbtes Wasser unentfärbt im Holze in die Höhe. Sobald die Frühjahrswärme + 8° R. dauernd erreicht hat, fängt in manchen Bäumen, z. B. in den Ahornen, in anderen später, daß Steigen des Frühjahrssaftes an und sein Maaß sinkt allmälig mit der Vollendung der Belaubung. Daher kann auch die Verdunstung durch die Blätter, die ja dann eben erst gebildet werden sollen, nicht als Pumpenwerk das Wasser emporhalten, wie man angenommen hat. Später bei vollständiger Belaubung mag immerhin das Entleertwerden der vegetirenden Theile durch die Laubverdunstung bis zur äußersten Wurzelspitze das Wasser nachheben. Die Kraft, welche den Frühjahrssaft in die Höhe treibt, muß also eine andere sein, und wenn sie nicht einfach in der Haarröhrchen-Anziehung liegt (S. 25), so muß man eingestehen, daß sie uns noch unbekannt sei.

Man darf übrigens dieses mit aufgelösten Stoffen mehr oder weniger erfüllte Wasser im Pflanzenkörper keineswegs in einer ähnlichen Bewegung

glauben, wie die des Blutes im thierischen Körper ist. Dafür fehlt es im Pflanzenkörper zunächst an einem zusammenhängenden Systeme von Röhren. Es gebricht uns überhaupt an einem Mittel, uns von der wirklichen Strombewegung des Frühjahrssaftes zu überzeugen; denn daß im April aus der Schnittfläche einer Rebe oder eines Ahornzweiges fortdauernd Wasser abtröpfelt und leicht in nicht ganz unbeträchtlicher Menge gesammelt werden kann, ist noch kein Beweis, daß diese Bewegung, dieser Drang des Saftes nach dieser Stelle auch vorher in dem noch unverletzten Zweige stattgefunden habe und ob die Bewegung nicht vielmehr bloß eine Folge der Oeffnung der Wunde sei. Jedenfalls mag die Strombewegung des Frühjahrssaftes keine kreisende, sondern eine einfache, von unten nach oben gerichtete sein.

Dieser aufsteigende sogenannte rohe Nahrungssaft, den die Wurzel aus dem Boden aufgenommen hat, erfährt, wie schon oben bemerkt wurde, eine allmälig fortschreitende Bereicherung mit denjenigen Nahrungsstoffen, welche gewissermaaßen als ein Reservefonds in gewissen Zellenpartien des Stammes aufgespeichert worden war. Dadurch immer mehr zur Einleitung von Neubildungen befähigt, kommt der Saft in den Knospen an, denen er unter Einwirkung der Wärme und Luft Anstoß zur Entfaltung wird und deren sich entwickelnde Blätter den Saft weiter verarbeiten. Wir wissen schon, daß dies unter Aushauchung des überschüssigen Wassers von Seiten der Blätter geschieht. So wird wesentlich durch Vermittlung der Blätter das aus dem Boden aufgenommene, bei seinem Strömen durch den Stamm mit dessen Vorräthen bereicherte Wasser in den Bildungssaft umgewandelt, welcher nun an den Gewächsen mit holzigem, ausdauerndem Stengel (Bäume, Sträucher ꝛc.) an der Innenfläche der Rinde herabgeleitet wird und den neuen Holzring bildet sowie zu allen übrigen Neubildungen den Stoff hergiebt; selbst die Wurzel eines Baumes empfängt den Stoff zu ihrer Verlängerung und sonstigen Ausbildung aus den Verzweigungen der Krone.

Neben diesen Hauptzügen von der Wanderschaft des Wassers durch den und in dem Pflanzenkörper, auf welche wir uns hier beschränken müssen, sei nur noch hinzugefügt, daß es in den einzelnen Zellen oder in einzelnen Zellgewebspartien sich in verschiedenen Verhältnissen mit anderen Stoffen vermengt und so die verschiedensten Zelleneinschlüsse zusammensetzen hilft. Farbstoffe, Zucker, Stärkemehl, fette Oele, ätherische Oele kennen wir alle als

Produkte der Pflanzen, in welchen sie nicht etwa in großen Behältern vertheilt, sondern in den einzelnen Zellen eingeschlossen sind, in dem wässerigen Zellsafte derselben entweder gelöst oder als unendlich kleine Körnchen oder Tröpfchen darin schwimmend. Fast alle Pflanzen enthalten auch in dem Zellsafte — besonders in der Rinde der Stengel und der Wurzeln und in den Markzellen — Krystalle von solchen Stoffen, welche als Lösungen mit dem Wasser aufgenommen worden waren und nun aus einem noch nicht erforschten Grunde, der aber ohne Zweifel nur ein von den chemischen Verwandtschaften bedingter sein kann, in fester Form sich innerhalb der Zellen wieder ausscheiden. Diese meist nadelförmigen oder kleine sternförmige Drusen bildenden Krystalle sind gewöhnlich kleesaurer Kalk.

Wenden wir uns nun zu den sichtbaren Wirkungen des Wassers, nicht auf die einzelne Pflanze, sondern auf die Fruchtbarkeit des Bodens überhaupt. Wir können es gewöhnlich dem Charakter der Pflanzenwelt einer Gegend ansehen, ob der Boden und die Luft reich oder arm an Feuchtigkeit sei. Der Reichthum der atmosphärischen Niederschläge muß von einer gewissen Beschaffenheit des Bodens unterstützt werden, wenn das Ergebniß eine der geographischen und physischen Lage des Ortes angemessene Pflanzenwelt sein soll. Es ist schwer, diese Bodenbeschaffenheit hinlänglich bestimmt und deutlich zu bezeichnen. Sie liegt hinsichtlich der mineralischen Zusammensetzung und der Lage zwischen Extremen. Diese sind einerseits entweder ausgesprochener Sand oder Thon, andererseits vollständige ununterbrochene Ebene oder starke Neigung des Bodens. Wenn innerhalb der deutschen Grenzen eine Gegend weder einen entschiedenen Sand- oder Thonboden und weder eine vollkommene Horizontalebene noch einen entschiedenen Gebirgscharakter hat, so finden wir darauf überall einen sich im Wesentlichen gleich bleibenden Charakter der Pflanzenwelt. Man könnte dies den Normalcharakter der deutschen Flora nennen. Dies schließt freilich nicht aus, daß mancherlei beschränkte besondere Oertlichkeitsverhältnisse an dem einen Orte Pflanzenarten hervorrufen, welche an einem anderen fehlen. Aber jener Normalcharakter beruht auch weniger auf bestimmten Pflanzenarten, als auf dem Gesammtausdrucke der Pflanzenwelt. Ob unter den Wiesen- und Hügelpflanzen Westdeutschlands einige oder viele Pflanzen sind, welche sich unter denen Ostdeutschlands nicht finden, darauf kommt hier nichts an, sondern darauf, daß die Wiesen und die

Hügel durch die Pflanzenwelt überall einen allgemeinen übereinstimmenden Charakter aufgeprägt erhalten. Wenn wir uns in Gedanken auf eine vom landwirthschaftlichen Gesichtspunkte gut zu nennende Wiese versetzen, so kann diese eben so gut im obern Theile des Kantons Thurgau wie im Oldenburgischen nahe an der Nordsee liegen, wir würden aus den Pflanzen der Wiese in der Regel nicht beurtheilen können, an welchem von beiden Orten sie liegen müsse. Eben so verhält es sich mit dem Walde, der Aue, den Hügelgeländen, den Feldfluren u. s. w.

Sobald aber dieser blos negativ zu bestimmende Normal-Charakter in der angegebenen Weise gestört wird, ändert sich der Charakter der Pflanzenwelt bedeutend. Am bekanntesten ist in dieser Hinsicht der Einfluß reinen Sandbodens auf die letztere. Auf ihm fehlen alle jene Pflanzen, welche ein großes Feuchtigkeitsbedürfniß haben und es stellen sich dafür die allbekannten Sandpflanzen ein. Die Eigenschaften des Sandbodens besprachen wir schon früher bei den Dünen (S. 208 f.). Auf weit ausgedehnten Sandebenen des Binnenlandes ist ein gedeihlicher Bodenanbau nur mit großen Opfern an Arbeit und Kosten möglich, deren Ziel dahin gerichtet sein muß, den Boden nach und nach mit Dammerde (Humus) zu bereichern, um ihn dadurch geeigneter zu machen, das Wasser der atmosphärischen Niederschläge länger fest zu halten, während es der reine Sand schnell durch sich in die unteren Schichten hindurch läßt.

Das Gegentheil bewirkt ein Thon- oder Lettenboden, möge er nun die Oberfläche selbst bilden, oder in geringer Tiefe unter einem Boden von an sich guter Beschaffenheit liegen. In beiden Fällen verhindert er das Wasser, sich in dem Boden zu vertheilen, und bewirkt bei großer Ebenheit desselben Versumpfungen oder Torfbildung. Daß diese von einer eigenthümlichen Pflanzenwelt begleitet sind, ist schon früher bei der Torfbildung gesagt worden (S. 210).

Neben dem Grade der Wasserhaltigkeit eines Bodens übt auch die chemische Natur desselben, abhängig von den ihn zusammensetzenden Gesteinen, einen Einfluß auf die darauf wachsenden Pflanzen aus, und zwar theils überhaupt auf deren Menge und Gedeihen, theils auf das Erscheinen besonderer Pflanzenarten.

In letzterer Hinsicht hat zuerst Franz Unger die Pflanzen in boden-

stete, **bodenholde** und **bodenvage** eingetheilt, je nachdem sie ausschließend, oder nur vorzugsweise oder endlich gar nicht an eine gewisse Gesteinsbeschaffenheit des Bodens gewiesen sind. Diese Eintheilung hat sich aber nicht sehr bewährt, indem es eigentlich nur **salzstete** Pflanzen giebt, d. h. solche, die nur auf einem stark kochsalzhaltigen Boden wachsen, die auch früher schon **Salzpflanzen** genannten. Die **kalksteten** Pflanzen scheinen alle mehr **kalkholde** zu sein, das heißt Kalkboden zwar vorzugsweise zu lieben, aber nicht ausschließend nur auf ihm zu gedeihen; dasselbe gilt von den **gypssteten** u. s. w.

Für unsere Auffassung dieser wichtigen Frage, von welcher zum Theil die Erfolge der Landwirthschaft abhängig sind, ist es von Interesse, zu wissen, wie die verschiedenen Bodenarten sich fähig zeigen, Wasserdampf aus der Luft aufzunehmen, und zu verdichten. In folgender Tabelle sind einige von Schübler gemachte Beobachtungen mitgetheilt:

In eine Fläche von 50 □Zoll ausgebreitet nahmen auf

1000 Gran:	in 12	24	48	72 Stunden.		
Quarzsand	0	0	0	0	Gran	Wasser
Kalksand	2	3	3	3	"	"
Gypserde	1	1	1	1	"	"
Lettiger Thon	21	26	28	28	"	"
Lehmiger Thon	25	30	34	35	"	"
Grauer reiner Thon	37	42	48	49	"	"
Feine Kalkerde	26	31	35	35	"	"
Feine Bittererde	69	76	80	82	"	"
Schieferiger Mergel	24	29	32	33	"	"
Ackererde	16	22	23	23	"	"
Gartenerde	35	45	50	52	"	"
Humus	80	97	110	120	"	"

Wir lernen aus dieser Tabelle, wie verschieden die Bodenarten und die dieselben zusammensetzenden oder allein bildenden sogenannten **Grunderden** — d. h. die zerfallenen Felsarten — hinsichtlich ihres Vermögens sind, dampfförmiges Wasser zu verdichten und machen davon leicht einen Schluß auf den zum großen Theil davon abhängigen Grad der Fruchtbarkeit der

Bodenarten. Wir wissen, daß die Gesteine in verschiedenem Grade im Wasser löslich sind und sind sie in gleich hohem Grade unlöslich wie schlecht geeignet, atmosphärisches Wasser aufzunehmen und festzuhalten, so ergiebt sich daraus ihre Untauglichkeit zur Bodenkultur, wie dies z. B. vom reinen Quarzsande gilt.

Gesellt sich bei einer Grunderde zu einem hohen Grade von Wasseraufsaugung auch ein hoher Grad von Festhalten desselben, wie wir beides bei dem Thone finden, der nur durch starke Erwärmung seinen Wassergehalt hergiebt, so muß dieselbe in anderer Weise als unfruchtbar angesehen werden, indem solche Grunderden zu sehr „bindig", wenig erwärmungsfähig und undurchdringlich für luftförmige Nahrungsstoffe sind.

In dem richtigen Erkennen dieses Verhaltens eines Bodens zum Wasser nach Maaßgabe seiner Grunderden ruht wesentlich die Aufgabe für die Feldwirthschaft, welche bei der großen Mehrzahl namentlich der kleinen Grundbesitzer auch heute noch ungelöst ist.

Von besonderer Bedeutung für die Fruchtbarkeit eines Bodens ist das Maaß der Tiefe, in welche die verschiedenen Ackerwerkzeuge in denselben eindringen. Durch Stellvorrichtungen an diesen hat dies der Ackersmann vollkommen in seiner Gewalt. Vielleicht kann man es als einen natürlichen Tadel des gewöhnlichen zu seichten Pflügens ansehen, daß diejenigen, welchen die Regeln der Feldbestellung unbekannt sind, in hohem Grade überrascht zu sein pflegen, wenn sie hören, daß der Pflugschar meist nicht mehr als 3 bis 6 Zoll tief eindringt und alles tiefer liegende Erdreich Jahr aus Jahr ein unberührt und in ewiger Ruhe liegen bleibt. Es ist daher eine wichtige That des landwirthschaftlichen Fortschrittes, darauf hingewiesen zu haben, natürlich unter Berücksichtigung der Eigenthümlichkeiten der verschiedenen Bodenarten, daß es eine Hauptaufgabe sein müsse, die Ackerkrume zu vertiefen. Unter Ackerkrume versteht man diejenige oberste Schicht des Feldbodens, in welche die Ackerwerkzeuge und die Wurzeln der Getreidepflanzen eindringen. Unter der Ackerkrume liegt dann der Untergrund.

Bei der Beurtheilung der Frage, ob in einem gegebenen Falle anzurathen sei, tiefer zu ackern als vielleicht nach „altem Herkommen", wie überall so auch namentlich in der Landwirthschaft der Erbfeind des Fortschrittes, bisher geschehen ist, kommt natürlich gar sehr das durchschnittliche Maaß des

Wassers in Betracht, welches die gegebene Feldfläche für gewöhnlich zur Verfügung hat. Ist dieses Maaß ein sehr großes und obendrein vielleicht der Untergrund thonig, also undurchlassend, so ist ein tieferes Ackern natürlich anzurathen.

Eine andere Frage, die damit aber im engsten Zusammenhange steht, ist die, ob bei einer vorzunehmenden Vertiefung der Ackerkrume derjenige Theil des Untergrundes, der nun zum ersten Male von den Ackergeräthen mit aufgelockert wird, zugleich mit an die Oberfläche herauf gebracht, oder an seiner Stelle bleiben und eben nur aufgelockert werden solle. In vielen Fällen ist das letztere vorzuziehen, und zu diesem Ende ist der Untergrundpflug besonders eingerichtet.

Für meine der landwirthschaftlichen Geschäfte unkundigen Leser geht schon aus diesen wenigen Andeutungen hervor, daß ganz besonders in der Form und Einrichtung der Ackergeräthe sich der landwirthschaftliche Fortschritt der Neuzeit ausspricht. Auch der Unkundige kann sehen, daß ein Gut noch in dem alten Schlendrian fortarbeitet, wenn er auf dem Hofe nur den altmodischen, verwitterten und klapprigen Pflug mit dem Haken und mit der schwerfälligen Egge das uralte Kleeblatt bilden sieht.

Wir müssen hier noch einmal auf die Bewässerung und auf deren Gegensatz, die Entwässerung des Bodens zurückkommen, mit genauerer Nachweisung der sichtbaren Erfolge beider. Es wurde schon früher gesagt (S. 397), daß in weniger warmen Ländern, also auch in Deutschland, als den Pflanzenwuchs beförderndes Mittel bewegtes Wasser dienlicher sei, als stehendes. Die sogenannten Stauwiesen, über welche zeitweise stehendes Wasser geführt wird, beweisen jedoch, daß dies keine ausnahmslose Regel ist. Die großartige Wirkung einer dünnen Schicht über eine sanft geneigte Fläche rieselnden Wassers zeigen die sogenannten Rieselwiesen, um deren Einführung sich der praktische Landwirth Patzig große Verdienste erworben hat. Nichts ist geeigneter, die lebenweckende Macht des Wassers kund zu thun, als die Anlegung einer Rieselwiese, wie ich sie von dem Genannten zu Jannowitz in der preußischen Niederlausitz ausgeführt gesehen habe. Der Boden wird zunächst in das geeignete Niveau gebracht und bildet dann dachartig aneinanderstoßende, im Streichen und Fallen (S. 315) etwas geneigte Beete. Auf den etwas geneigten Firsten dieser flachen Wiesendächer fließt in einem kleinen Graben

das Wasser und verbreitet sich von da über die Beete. Dies bildet den sogenannten **Rückenbau**, während der **Hangbau** darin besteht, daß die zu bewässernde Fläche bereits einen geeigneten natürlichen Hang hat, so daß man nur die Bewässerungsgräben zu ziehen und kleine Unebenheiten auszugleichen hat.

Der Boden, den man in eine **Riesel-** oder **Berieselungswiese** umwandeln will, braucht gar nicht schon wiesenartig bewachsen gewesen zu sein. In Jannowitz sah ich auf den zugerichteten Boden Heideplaggen legen, d. h. abgestochene mit Heidekraut, Heidelbeerbüschchen und anderen Heidebodenpflanzen bewachsene Rasenstücke, welche aus einem benachbarten öden Kieferngehölz abgestochen worden waren. Diese Plaggen wurden möglichst dicht und eben aneinander gefügt, und nach Befinden mit Holzpflöcken an den Untergrund förmlich festgenagelt. Die eben fertigen, nur noch der ersten Ueberrieselung harrenden Beete gleichen daher vollkommen dem traurigsten, unfruchtbarsten Heideboden. Aber das Wasser wirkt schon nach wenigen Wochen darauf wahre Wunder. Aus dem von dem ununterbrochen rieselnden Wasser durchtränkten Heideboden keimen in kurzer Zeit zahllose feine Graspflänzchen empor, wie der zarte Flaum am Kinne eines Knaben. Bald verhüllt ein dichter Rasen guter Gräser die absterbenden Heidepflanzen und diese letzteren werden auffallend schnell durch Zerfallen und Verwesung beseitigt. Der Bekenner der Urzeugung schreibt das Erscheinen dieser Gräser, die ohne die Ueberrieselung nicht erschienen sein würden, unbedenklich der schöpferischen Kraft des Wassers zu, während dieselben doch nur aus den Samen erwachsen, welche vielleicht schon seit sehr langer Zeit in dem Boden lagen und nur dieser, ihnen bisher noch nie gebotenen, Keimungsbedingung bedurften.

Es bedarf nur einer geringen Bodenneigung, um Rieselwiesen selbst auf den allerunfruchtbarsten Ländereien anlegen zu können, und ohne Zweifel bieten sie ein Mittel, um auf die schnellste Weise Wüstungen für den Feldbau zu gewinnen, die durch Düngung und Ackerbestellung viel langsamer und kaum weniger kostspielig nutzbar zu machen sein würden. Eine Wüstung, welche zehn Jahre lang Berieselungswiese gewesen ist, hat sich mit einer so dichten Grasnarbe und darunter mit einer hinreichenden Dammerdeschicht versehen, daß sie nachher mit Vortheil allmälig umgebrochen und in Ackerland umgewandelt werden kann.

Die große Ungleichmäßigkeit des deutschen Klima's neben den verschiedenen Rücksichten, zu denen die Bodenbeschaffenheit veranlaßt, macht, daß über die Bewässerung bei uns noch wenig allgemein gültige Regeln bestehen. Hinsichtlich der Zeit gilt allgemein die Bewässerung vom Ende des September bis zum Eintritt des anhaltenden Frostes als eine Hauptregel, während die Frühjahrswässerung schon durch das Sprichwort verurtheilt wird: „wer seine Wiesen wässert im Jänner und Mai, der hat Wiesen ohne Heu."

Nicht jedes Wasser ist gleich geeignet zur Bewässerung. Am schlechtesten ist das aus Mooren und meist unmittelbar nachtheilig das aus Pochwerken und Erzwäschen abfließende Wasser. Der Grund der Vorzüglichkeit des Herbstwassers liegt ohne Zweifel darin, daß um diese Zeit eine Menge verwesliche Stoffe darin enthalten sind, welche düngend wirken.

Der baare Nutzen der Kunstwiesen, wie man die aus unfruchtbaren Ländereien hergestellten Wiesen nennt, ist in vielen Fällen sehr bedeutend. So erzählt der bekannte Agrikulturchemiker Sprengel in seiner Allgem. Monatsschrift*) Folgendes. In der Gemeinde Sottdorf im Lüneburgischen wurden im Jahre 1838 113 Morgen Kunstwiesen mit einem Aufwande von 6893 Thlrn. (61 Thlr. für den Morgen) hergestellt und zwar darum mit so großen Kosten, weil ganze Hügel von Sand abgekarrt werden mußten. Schon 1842 gaben sie 38 bis 40 Centner Heu auf den Morgen, und im Jahre 1844 trugen sie bereits an 1000 Thlr. ein. 1847 hoffte man, daß die Herstellungskosten abgetragen seien — dann hätte jeder Besitzer den Morgen vorher ganz unbrauchbaren Landes in ein Kapital von 300 Thlrn. verwandelt.

Dieser Fall, den ich absichtlich wählte, weil er aus der durch Unfruchtbarkeit verrufenen Lüneburger Haide stammt, scheint recht nachdrücklich auf den Kunstwiesenbau als auf ein Mittel hinzuweisen, die vielen für ganz unanbaufähig geltenden Wüsteneien Deutschlands für den Ackerbau zu gewinnen. Es hätte dort Jahrzehende lang ein kümmerlicher Feldbau mit kostspieliger Düngung betrieben werden müssen, dessen Ernten kaum die Arbeit bezahlt haben würden — und dieser Fall liegt in Deutschland an vielen Orten vor — um dem Boden so viel nachhaltigen Nahrungsreichthum zuzuführen, wie in jenem Falle innerhalb 9 Jahren geschehen ist.

*) Band XVIII. Hft. 1. Januar 1846.

Auch ohne die massenhafte Auswanderung würde Deutschland immer noch keineswegs als übervölkert zu betrachten sein, aber dennoch bedürfen wir einer Vermehrung unseres Bodenertrages — und dazu fehlt es uns keineswegs an Fläche, wenn nur unter anderen Mitteln auch das eben besprochene angewendet wird, um unfruchtbaren Boden fruchtbar zu machen. Freilich steht dem ein Feind im Wege — die faule, gewinnlüsterne Aktienspekulation, welcher nicht zuzutrauen ist, daß sie über der fernen Zukunft des Vaterlandes die nächste Zukunft des eigenen Säckels vergessen werde. Wahrlich, ein „guter König René" thut uns recht noth!

Ehe wir den Gegensatz der Bewässerung betrachten, die Entwässerung und mit ihr die vielleicht jetzt schon hier und da in unheilvoller Uebertreibung ausgeübte Drainage, ist noch eine Wirkung des bewegten Wassers besonders hervorzuheben, nämlich die, daß von sogenannten sauern Wiesen, wenn man sie in Rieselwiesen umwandelt, die sauern Gräser nach und nach verschwinden und den süßen oder Süß-Gräsern Platz machen. Beide Benennungen beruhen keineswegs auf einem sauern oder süßen Geschmacke der Gräser, sondern sind eben von Alters her so gewählt, wahrscheinlich nach der Anwendung von süß und sauer zur Bezeichnung einer guten und verdorbenen Beschaffenheit. Die wissenschaftliche Nachweisung eines wirklich etwas geringeren Zuckergehaltes in den sauern Gräsern ist jünger, als jene beiden Benennungen. Beide Arten von Gräsern sind aber wissenschaftlich sehr bestimmt von einander verschieden und auch durch einige sehr in die Augen fallende Kennzeichen leicht zu unterscheiden. Die Hauptkennzeichen liegen zwar in der Blüthe, aber noch auffälliger sind einige Unterscheidungsmerkmale des Halmes. Dieser ist bei den Süßgräsern — wissenschaftlich kurzweg und vorzugsweise Gräser, Gramineen genannt — fast ohne Ausnahme rund und hohl und hat vorspringende Knoten (wie uns dies jeder Strohhalm zeigen kann); dagegen ist er bei den sauern Gräsern oft dreikantig, niemals hohl und hat keine vorspringenden Knoten. Wissenschaftlich zerfallen die sauern Gräser, richtiger auch Halbgräser genannt, in die beiden Familien der Cypergräser, Cyperaceen und der Binsengräser, Juncaceen. Für letztere können uns die allbekannten Binsen als Beispiele dienen, während die Cypergräser leicht kennen zu lernen sind, da sie sich an jedem Teichrande, auf Sümpfen und in Gräben überall finden. Sie zeichnen sich meist durch dichte Büschel schilfartiger drei-

schneidiger Blätter aus. Das bekannte Schilfrohr, zwar ebenfalls ein sehr schlechtes Futter, und ausnahmsweise ohne vorspringende Knoten des Halmes ist gleichwohl ein echtes Gras.

Die sauern Gräser besitzen nach Boussingault einen etwas geringeren Stickstoffgehalt, der in den echten Gräsern zwischen 1 und höchstens 2,44 % beträgt. Vielleicht hierin, sowie in dem großen Gehalte von Kieselsäure in den scharfen Blättern und einem gewissen modrigen Geruche und Geschmacke liegt der Grund ihrer Untauglichkeit zur Verfütterung.

Sie lieben ganz entschieden feuchte, sumpfige oder mit stehendem Wasser bedeckte Standorte und kommen nur selten am Rande fließender Gewässer oder an trocknen Orten vor. Sie bilden keinen so geschlossenen feinen Rasen, wie die echten Gräser, und wenn dies dennoch bei einigen der Fall ist, so vermißt man an ihm die hoch emporragenden Blüthenhalme und die Blätter sind dann viel höher und bilden dicht beisammenstehende, schön geschwungene Büsche. Als ein unterscheidender Hauptcharakter der süßen Gräser ist noch hervorzuheben, daß sie zur Blüthezeit einen feinen Wald von Halmen zeigen, welche hoch über den Blätterrasen emporragen.

Es ist nun eben eine vortheilhafte Wirkung der Bewässerung mit rieselndem Wasser, daß dadurch die stehendes Wasser vorziehenden Halbgräser von den Wiesen verdrängt werden.

Die **Entwässerung** ist nicht minder als die Bewässerung eine oft sehr nothwendige Maaßregel des Landwirthes und des Forstmannes. Die Nothwendigkeit derselben ergiebt sich aus derselben Rücksicht, wie bei der Bewässerung, die einer jeden unmittelbaren Bodenverbesserung vorausgehen muß: der Herstellung des rechten Feuchtigkeitsmaaßes des Bodens.

Das Entwässerungsbedürfniß setzt einen Zustand des Bodens voraus, den wir der Kürze wegen im Allgemeinen mit **versumpft** bezeichnen wollen, wenn auch der gangbare Begriff Sumpf gewöhnlich ein engerer ist, und man dabei an eine breiartige Erweichung des Bodens durch Wasser denkt.

Versumpfungen sind **nachtheilig** durch Beeinträchtigung der Erwärmung des Bodens, durch Verhinderung des Eindringens und der Verbreitung der luftförmigen Nahrungsstoffe in denselben und durch Erzeugung freier, dem Leben der meisten Pflanzen nachtheiliger Säuren.

Neben dieser Hemmung, welche der Pflanzenbau durch Versumpfung

erleidet, sind ausgedehnte Sümpfe noch nachtheilig durch Verschlechterung des Klima's und durch Aushauchung der Gesundheit nachtheiliger Gase. Wir wissen, daß durch jede Verdunstung Wärme gebunden wird (S. 14) und daher haben Ebenen mit ausgedehnten Sümpfen oft eine viel niedrigere mittle Wärme, als sie ihrer geographischen Lage nach haben sollten. Die mörderische Sumpfluft der Pontinischen Sümpfe ist allgemein bekannt.

Das Wasser, durch welches eine Versumpfung bedingt wird, ist dreierlei Ursprungs, es ist entweder Tagewassser, oder Quellwasser, oder Stauwasser.

Tagewasser nennt man es, wenn es nicht aus den Schichten der Erde emportritt, sondern atmosphärisches Wasser ist (Regen- oder Schneewasser), welches durch einen undurchlassenden Grund verhindert wird, sich tiefer in dem Boden zu verlieren — welches „zu Tage" bleibt. Versumpfungen durch Tagewasser stehen nothwendig im genauen Verhältnisse zu dem Maaße der atmosphärischen Niederschläge. Sie verschwinden oft gänzlich in sehr trocknen Jahren, nehmen aber auch in besonders schnee- und regenreichen Jahren an Umfang bedeutend zu. In ebenen Gegenden und in den muldenförmigen Thälern des Gebirges finden sich solche Versumpfungen am häufigsten. Zuweilen bringt es ihre Lage mit sich, daß sie Quellen abfließen lassen, welche jedoch der Natur der Sache nach in den meisten Fällen Hungerquellen sind (S. 319).

Nach den früher kennen gelernten Bedingungen der Quellenbildung (S. 313) können wir uns leicht denken, daß am Austrittspunkte einer Quelle die Oertlichkeit es nicht erlaubt, daß sich das Wasser als Bach nach tieferen Orten einen Abfluß sucht, sondern daß es, rings von Bodenerhebungen umgeben, sich auf einer Ebene oder einer Einsenkung des Bodens ansammeln und ausbreiten und daselbst stehen bleiben muß, wenn der Zufluß der Quelle beträchtlicher ist, als das Aufsaugungsvermögen des Bodens unter der Wasseransammlung und der Verdunstungsverlust dieser selbst. Immer muß hier wie bei der vorigen und der folgenden Versumpfungsursache ein undurchlassender Untergrund mit im Spiele sein.

Unter Stauwasser versteht man hier solches Wasser, welches durch seitlichen hydrostatischen Druck in einer durchlassenden Erdschicht emporgepreßt wird, möge nun den Druck ein See, ein Teich oder ein Fluß ausüben. Stau-

wasser tritt in ebenen Gegenden mit sandigem Untergrunde bei hohem Wasserstande der Flüsse in die Keller und dringt namentlich auf den Wegen in Gärten, die in der Nähe eines Flusses liegen, durch den Erdboden zu Tage, ohne daß eine oberflächliche Verbindung des Flußspiegels mit dem emporgepreßten Wasser im Garten hergestellt ist. In solchen Gegenden füllt sich oft in wenigen Stunden ein in die Erde gegrabenes Loch mit Stauwasser. In sehr ebenen wasserreichen Gegenden, z. B. um Potsdam und Berlin, sind Versumpfungen durch Stauwasser sehr häufig. Deren Ursache ist zwar oft eine nur zeitweilige, z. B. Schnee- oder Sommerwässer, aber die Versumpfung dennoch eine dauernde, wenn in den Zwischenzeiten von einem Eintritte jener Ursache bis zum anderen das versumpfende Stauwasser nicht Zeit genug hat, sich wieder zu verlieren.

Bei der Beseitigung einer Versumpfung ist zu verfahren, wie jeder verständige Arzt bei der Heilung einer Krankheit verfährt, man muß den Ursprung des Versumpfungswassers aufsuchen, der, wie wir eben sahen, ein dreifacher sein kann, obgleich zuweilen auch zwei der genannten drei Ursachen zugleich wirksam sein können, indem Tagewasser und Quellwasser, oder Stauwasser und Regenwasser zugleich die Veranlassung einer Versumpfung geben können.

Wenn auch hier nicht der Ort ist, die Regeln der Entwässerung ausführlich zu erläutern, so kann ich doch nicht umhin, schon aus dem Grunde Einiges darüber einzuschalten, um ein Recht und eine Pflicht zu der Bemerkung zu gewinnen: man erwäge wohl, ob in einem vorliegenden Falle ein Zuviel des Wassers im Boden wirklich nachtheiliger sei, als ein Zuwenig, welches man durch Entwässerung leicht herbeiführen und dann nicht so leicht wieder los werden kann.

In vielen, vielleicht in den meisten Fällen mag auch hier eine Radikalkur die gerathene sein, aber sicher kommen auch Fälle vor, in welchen eine solche das entgegengesetzte Leiden, und vielleicht in weiterem Umfange als früher das Beseitigte, herbeiführen kann.

Da das Wasser ein nimmerruhender Läufer ist, wenn es nicht am Laufen gehindert wird, so gilt es also bei Entwässerung zunächst und beinahe allein, ihm Bahnen zu eröffnen. Das geschieht durch offene oder unterirdische Abzugskanäle oder durch sogenannte Fontanelle.

Außer einer genauen Kenntniß des Gefälles auf einem zu entwässernden Gebiete bedarf man einigen Wissens von den Gesetzen der Bewegung des Wassers in Verbindung mit einer sorgfältigen Berücksichtigung der vorliegenden Bodenbeschaffenheit. Ohne diese Rücksichten können sehr leicht aufgewendete Kosten verloren sein, durch schnelles Verfallen der Gräben, und leicht kann auch durch schlecht angelegte Gräben mehr geschadet als genützt werden.

Durch offene Abzugsgräben wird nicht nur der Verkehr auf der entwässerten Fläche zuweilen nicht unerheblich erschwert, sondern es geht dadurch auch viel nutzbare Bodenfläche verloren, abgesehen davon, daß die Unterhaltung offener Gräben oft bedeutende und andauernde Kosten verursacht.

Die nächste Frage ist, ob man das abzuleitende Wasser an seinem obersten Punkte angreift oder an dem untersten, wo es nach Durchtränkung des versumpften Ortes ankommt und dann durch ein örtliches Hinderniß abgehalten wird, weiter zu laufen. Beide Maaßregeln können nach der Oertlichkeit mit Nothwendigkeit gebotene sein, wozu noch die Rücksicht hinzukommen kann, daß man das abgeleitete Wasser in der Nähe vielleicht sofort wieder zu Bewässerung zu benutzen Gelegenheit hat.

An den Entwässerungsgräben ist viererlei zu beobachten: ihr Gefälle, ihr Profil, ihre Böschung und ihre Sohle.

Ein zu starkes Gefälle zerstört die Gräben um so leichter, je weniger Festigkeit deren Wände und Sohle haben, und neben dieser Rücksicht ist namentlich die zu nehmen, daß das Gefälle in Einklang stehen muß mit dem Hinzubringen des Wassers aus dem versumpften Boden.

Das Profil, d. h. der Rauminhalt des Grabens, welcher sich aus der Figur des Grabenquerschnitts ergiebt, muß der zusammenströmenden Wassermasse angemessen und muß dabei auf besondere Fälle, z. B. starke Gewitterregen und plötzliches Schmelzen großer Schneefälle, Rücksicht genommen sein. Wo möglich soll die Tiefe der Gräben die undurchlassende Bodenschicht erreichen.

Die Böschung hat sich nach dem Grade der Festigkeit des Bodens zu richten. Nur in sehr festem lettigen Boden darf sie fast senkrecht sein und sonst desto schräger, je lockerer der Boden ist. In einem stark geböschten, also sehr flachen Graben übt das fließende Wasser am wenigsten einen zerstörenden Einfluß durch Auswaschung der Böschung aus.

Die Breite der Grabensohle richtet sich lediglich nach der abfließenden Wassermenge; je geringer diese ist, desto schmaler muß die Soole sein, um jene zusammen zu halten, und mit möglichst wenig Reibung in Bewegung zu erhalten.

Erlaubt es die Steilheit des Terrains nicht, den Gräben das erforderliche langsame Gefälle zu geben, so muß man das zu starke Gefälle überwinden, indem man die Grabensohle durch sogenannte Abschläge gewissermaaßen in lange, schwach geneigte Stufen theilt, über die das Wasser in kleinen Fällen herabgleitet.

Die unterirdischen Abzugskanäle sind entweder wirkliche Gräben oder Röhren; beide werden, um keinen nutzbaren Raum zu verlieren, den Verkehr auf den Feldern nicht zu erschweren und um die Unterhaltungskosten offener Gräben zu vermeiden, immer allgemeiner den letzteren vorgezogen. Um die unterirdischen Gräben dem zerstörenden Drucke der von Zeit zu Zeit darüber gehenden Ernte- und Düngerwagen und dem Aufreißen des Pflugschars zu entrücken, müssen sie tief genug angelegt werden. Die Sohle des spitz zugearbeiteten Grabens entlang wird ein aus Stroh oder Schilf geflochtener Zopf oder eine Schicht Weidenreißer gelegt, darüber deckt man dann plattenförmige Steine, welche beiderseits an der Grabenböschung fest aufliegen, damit der leitende Stroh- oder Reißigzopf locker bleibe und nicht zusammengepreßt werde, denn eben in seinen Zwischenräumen soll das Wasser ohne Unterlaß fortgleiten können. Dann wird der Graben vollends mit Boden ausgefüllt und mit der Feldfläche vollkommen ausgeebnet. Man sieht, daß ein solcher unterirdischer Abzugsgraben einigermaaßen den natürlichen Quellenwegen im Felsenboden entspricht.

In neuerer Zeit hat man von England und Schottland aus dafür die Drainröhren, die Drainage, eingeführt. Dies sind entweder schwachgebrannte Thonröhren, welche man in angemessener Tiefe zu langen Röhrenleitungen aneinander fügt, oder sogenannte Walmziegel, welche man auf einer Sohle von Ziegelsteinen oder sonst passenden platten Steinen aneinander legt. So entsteht ein Geäder im Boden, in welchem das Wasser abgeleitet wird.

Schon bald nach dem ersten Aufkommen der Drainage vor etwa 12 Jahren nannte ein berühmter Chemiker dieselbe tadelnd „ein methodisches Auslaugungssystem", und es ist nicht zu leugnen, daß dem Boden durch die oft in

sehr reichverzweigtem Geflechte eingefügten Drainstränge eine Menge Stoffe entzogen werden, welche sich aus demselben in dem Wasser aufgelöst haben. In neuester Zeit hört man auch dann und wann nicht sowohl darüber — was sich eigentlich von selbst versteht — als vielmehr über zu große Austrocknung des Bodens durch das Drainiren klagen. Es ist also wohl Grund zu der Bemerkung, welche ich an die Spitze meiner kurzen Mittheilungen über die Bodenentwässerung stellte: daß man die möglichen Folgen einer Entwässerung vorher genau erwägen müsse.

Ueber die dritte Art der Entwässerung durch die Fontanelle ist wenig hinzuzufügen, da wir derselben bereits zweimal gedachten bei der Torfbildung (S. 214) und bei den Senkbrunnen (S. 369), welche letztere eigentlich mit den Fontanellen gleichbedeutend sind. Sie sind die einzige Aushülfe, wenn ein versumpfter Boden eine wenn auch nur flache von Bodenerhebungen rings umgebene Mulde bildet, aus welcher das Wasser, von selbst niemals ein Bergsteiger, nicht abgeleitet werden kann. Liegt dann unter der undurchlassenden Schicht, welche die Versumpfung veranlaßte, eine durchlassende Schicht, so kann man es durch eine tiefe, bis in die letztere gehende Grube nach unten ableiten. Diese Grube, die Fontanelle, wird dann zu unterst mit groben und nach oben zuletzt mit kleinen Steinen und Erde ausgefüllt, in deren sich offen haltenden Zwischenräumen das Wasser sich in die Tiefe zieht.

Schon aus der Unterscheidung der Gräser als saure und süße, welche durch deren botanische Kennzeichen sehr erleichtert wird, läßt sich abnehmen, daß auch in größerem Umfange die Physiognomie der Pflanzenwelt ein Anzeiger des Feuchtigkeitsgehaltes ihres Standortes sein werde. Dies ist auch in der That so, und zwar in doppelter Weise: einmal durch bestimmte Pflanzenarten, die an einen gewissen Feuchtigkeitsgrad ihres Bodens gewiesen sind; einmal durch das Aussehen der auf einem Boden wachsenden Pflanzen überhaupt, durch ihr besseres oder kümmerlicheres Gedeihen, die Tiefe ihres Grün u. s. w.

Unter den mancherlei Eintheilungsnormen der Pflanzenwelt giebt es auch eine nach den Standorten. Die Unterscheidung in Salzpflanzen, Sandpflanzen, Sumpfpflanzen, Torfpflanzen (S. 211) kennen wir schon. Weiter unterscheidet man Schuttpflanzen, Felsenpflanzen, Alpenpflanzen, Unkräuter

(die vorwaltend auf bebautem Boden unter den Culturpflanzen wachsen), Wiesenpflanzen, Waldpflanzen, Heidepflanzen u. s. w.

Neben dieser Eintheilung, und namentlich den Unger'schen bodensteten, bodenholden und bodenvagen Gewächsen (S. 434) gegenüber, hat schon vor längerer Zeit Langethal in Jena den glücklichen Einfall gehabt, eine Klasse der Feuchtigkeitspflanzen aufzustellen. Diese nehmen nicht sowohl auf einen gewissen chemischen Charakter der Grunderden ihres Bodens Rücksicht (S. 435), sondern sind in ihrem Erscheinen abhängig von einem gewissen Feuchtigkeitsmaaße ihres Standortes. Wer die gemeinen Pflanzen seiner Flora unterscheiden und benennen kann — ein Wissen, was nachgerade endlich ein Bestandtheil allgemeiner Bildung sein sollte! — der wird bei einiger Aufmerksamkeit auf seinen Spaziergängen mit Leichtigkeit eine ziemliche Anzahl von Pflanzenarten heraus finden, die in einem unverkennbaren Abhängigkeitsverhältnisse zum Feuchtigkeitsgrade des Bodens stehen, sowohl in Feld und Wiese wie in Wald und Busch. Folgende Wiesenpflanzen wird man in der Regel vergeblich auf trocknen Wiesen suchen: Rhinanthus crista galli, Euphrasia officinalis, Alchemilla vulgaris, Melica coerulea, Sanguisorba officinalis, Cirsium oleraceum, Colchicum autumnale, Erythraea Centaurium, Primula veris, Lysimachia nummularia, Peucedanum Silaus, Meum athamantinum, Hypericum dubium, Galium boreale, Melampyrum pratense, Geranium pratense, Trifolium hybridum, Serratula tinctoria. Wiesen, auf denen die Mehrzahl dieser Pflanzen, in Menge wachsen, sind sicher als frische, wenn auch nicht als nasse, noch weniger als sumpfige anzusprechen. Die letzteren haben wieder andere Charakterpflanzen aufzuweisen.

Da neben oder vielleicht selbst über der chemischen Bodenanalyse der praktische Blick des Botanikers, der die Güte des landwirthschaftlichen Bodens zu schätzen hat, sich wahrscheinlich immer behaupten wird, weil neben den chemischen Bestandtheilen auch physikalische Eigenschaften, der Aggregatzustand und das Feuchtigkeitsmaaß, die Bodengüte mit bestimmen, so bietet dabei die in Rede stehende Beachtung der auf einem Boden von selbst gedeihenden Pflanzen ein nicht gering zu achtendes Hülfsmittel.

Der Erfahrene läßt sich durch den glänzenden Schein eines nassen Jahres auf einem magern Sandboden nicht täuschen, denn sein Urtheil bestimmen die

ihm wohl bekannten Sand- oder, wie man sie noch bezeichnender nennen möchte, Trocknißpflanzen.

Dazu kommt zweitens noch das Aussehen einer und derselben Pflanzenart auf diesem oder jenem Boden. Das Grün derselben ist auf feuchtem Boden gewöhnlich tiefer und frischer, die Blüthe dagegen kleiner, weniger zur Bildung reifer Samen geneigt, während die Blätter größer und saftiger sind. Die Wurzeln sind auf feuchtem Boden meist weniger verzweigt, als in trocknem, was namentlich bei den Gräsern auffallend ist.

Aber die Pflanzen zeigen nicht nur das Maaß der Bodenfeuchtigkeit an, es giebt eine große artenreiche Pflanzenklasse, welche ebenso bestimmt den herrschenden Grad der Luftfeuchtigkeit verräth. Dies sind die Flechten, welche — zur Schande unserer gebildet sein wollenden Zeit — mit demselben Rechte gewöhnlich Moose genannt werden, mit welchem man die Krebse Schmetterlinge nennen würde. Die Flechten leben geradezu von der Luft, oder vielmehr von dem in der Luft verbreiteten Wasserdunste und dem sich daraus verdichtenden Regenwasser und den darin enthaltenen festen Stoffen; denn ihre Haftorgane, mit denen sie an Baumstämmen und Zweigen, auf dem Waldboden und an Steinen festsitzen, dienen ihnen nicht als nahrungzuführende Wurzeln, sondern eben nur als Befestigungsmittel auf ihrem Standorte. Im heißen Sommer dorren sie alltäglich so vollständig aus, daß man sie leicht zu Staub zerreiben kann, aber jeder Nachtthau versieht sie wieder mit dem hinlänglichen Naß, um ihr in dieser Zeit fast kein Wachsthum zeigendes Leben zu fristen, was erst in der feuchten Herbstluft beginnt. Mit der Zunahme der Luftfeuchtigkeit in waldigen Höhen und felsigen Schluchten nimmt das Heer der Flechten gleichen Schrittes überhand, und wir finden oft in feuchten Gebirgswaldungen alte Nadelbäume mit den ehrwürdigen grauen Bärten der Bartflechte, Usnea barbata, behängt. Daher gehören auch viele Flechten zu den empfindlichsten Hygroskopen, da sie schon eine geringe Luftfeuchtigkeit weich und biegsam macht, während sie vielleicht noch kurz vorher starr und wie Glas zerbrechlich waren. Wenn man an einem glühend heißen Sommermittage auf einer kahlen Kuppe in einem Gebirgswalde steht, so knackt und knistert es unter unsern Füßen von den ausgedorrten Flechten, die da den Boden oft ganz mit ihren grüngrauen korallenähnlichen Büschchen überziehen. Der Unkundige würde sie für todt halten, von der Dürre getödtet wie die

neben stehende Pflanze einer höheren Rangordnung, welche wirklich verschmachtend starb. Gingen wir am andern Morgen bei Sonnenaufgang an denselben Ort, so würden unsere Fußtritte unhörbar bleiben, denn wir würden über den weichen, schmiegsamen Teppich gehen, in welchen der Nachtthau die starren Flechten wieder verwandelt hat.

Bei der Betrachtung des Verhaltens des Wassers gegenüber dem Thier- und unserem eigenen Leben kann ich nun um so viel kürzer sein, als uns das letztere bekannter ist, als das Pflanzenleben.

Für viele Thiere wie für uns selbst tritt hinsichtlich der Nahrungsmittel der Unterschied ihrer Form auf, nach welcher wir sie Speise und Trank nennen, während wir von den Pflanzen, wenn wir deren Bedürfnisse mit denen der Thiere vergleichen wollen, eigentlich sagen müßten, daß sie nur trinken. Aber die Pflanzennahrung lernten wir nicht nur als tropfbar flüssig, sondern auch als luftförmig kennen, und folglich wäre wohl hierin ein zweiter Unterschied zwischen den Nahrungsmitteln der Thiere und denen der Pflanzen. Allein der Unterschied ist kein wesentlicher, denn die Thiere und Menschen nehmen ebenfalls luftförmige Stoffe auf. Das betrachten wir freilich nicht als Ernährung, sondern wir haben dafür die besondere Benennung Athmung. Dennoch steht die Athmung wenigstens mit den höheren Stufen des thierischen*) Ernährungsprocesses in nahem Zusammenhange, denn wir wissen, daß alle Nahrungsstoffe erst in Blut verwandelt den Leib ernähren und verjüngen können, und daß das Blut hierzu erst tauglich wird, nachdem es in den Lungen oder Kiemen mit dem Sauerstoff der eingeathmeten Luft versehen worden ist. Sogar luftförmig gewordenes Wasser, Wasserdampf, scheint den luftathmenden Thieren eine nothwendige Lebensbedingung, wenn auch nicht im buchstäblichen Sinne ein Nahrungsstoff zu sein. In trockner Luft wird auf die Dauer einem gesunden Menschen das Athmen schwer und Lungenkranken ist es bekanntlich in hohem Grade nachtheilig und beschleunigt den tödtlichen Verlauf ihrer Krankheit.

Erinnern wir uns jetzt, daß kein Nahrungsstoff unmittelbar zu einer

*) Es bedarf wohl kaum der besonderen Bemerkung, daß wir bei den Gesetzen und Erscheinungen des thierischen Lebens auch an die des eigenen zu denken haben, denn es besteht hier kein wesentlicher Unterschied.

Neubildung im thierischen Körper verwendet wird, sondern daß er unter allen Umständen vorher Blut geworden sein muß, ehe er dazu tauglich wird, und erinnern wir uns ferner daran, daß das Blut zu 90 Procent aus Wasser besteht — so versteht es sich von selbst, daß das Wasser in demselben Grade für das Thierleben unentbehrlich ist wie für das Pflanzenleben, daß es mindestens hier wie dort der mächtige Ernährungsvermittler ist.

Wir kehren noch einen Augenblick zu der Frage zurück: ob auch Nahrungsstoff?

Wesentlicher Bestandtheil des Blutes ist das Wasser trotz seines großen Ueberwiegens darin allerdings nicht, denn es ist kein Bestandtheil, wodurch sich das Blut von anderen Flüssigkeiten und den Geweben des thierischen Körpers unterscheidet, da es vielmehr in diesen allen ebenfalls vorkommt. Demnach wäre das Wasser kein Nahrungsstoff, denn es ist keinem näheren Bestandtheile gleich oder einem solchen leicht gleich zu machen, worin wir vorher das Wesen eines Nahrungsstoffes fanden.

Soll demnach streng genommen das Wasser kein Nahrungsstoff für die Thiere sein, und chemisch reines Wasser kann es schon um deswillen gar nicht sein, weil es niemals in die Ernährungswege des Thierleibes gelangt — (da solches in der Natur nirgends vorkommt) — soll es ferner darum keins sein, weil das Wasser im Verdauungsprocesse des Thierleibes nicht in seine beiden Elemente zerlegt wird und also auch nicht aus diesen die Körperbestandtheile zusammengesetzt werden (was im Pflanzenkörper geschieht, für welchen das Wasser also ein Nahrungsstoff ist) — so hat dann das Wasser recht eigentlich die Bedeutung, wenigstens für das Thierleben, welche durch die Ueberschrift dieses Abschnittes ausgedrückt wird.

Es ist Ernährer in ähnlichem Sinne, in welchem der Vater Ernährer seiner Familie ist. Es vermittelt das Leben der Thierwelt, indem es dasselbe mit Nahrungsstoffen versorgt, die es ihm zubereitet. In der langen Kette von Erscheinungen, aus denen das Ernährungsleben der Thiere sich aneinander gliedert, vom Augenblicke des Eintretens der Nahrung in den Leib bis zu dem des Austritts der unbrauchbar gewordenen oder gebliebenen Auswurfsstoffe ist kein Glied, in welchem das Wasser sich nicht betheiligte. Folgen wir dieser Kette, um diese Betheiligung des Wassers in übersichtlicher Weise aufzufassen.

Da man im Pflanzenleibe noch keine Nerven oder ähnliche für deren bekannten Zweck dienende Lebenswerkzeuge aufgefunden hat — obgleich bekanntlich viele Pflanzen etwas dem thierischen Empfinden Aehnliches zeigen — so können wir den Pflanzen auch das Gefühl von Hunger und Durst nicht zuschreiben, wodurch die Thiere angetrieben werden, den Verfall der Leibesstoffe durch Zufuhr neuer Bildungsvorräthe auszugleichen.

Das Gefühl des Hungers und Durstes bedarf keiner Beschreibung, obgleich ich annehme, daß meine Leser und Leserinnen eben so wenig wie ich dessen ganze furchtbare Gewalt kennen gelernt haben werden, die den Menschen zuletzt zum Kannibalen macht. Zunächst ist es uns blos Bedürfniß, den Durst etwas näher ins Auge zu fassen. Das Durstgefühl unterscheidet sich neben der stofflichen Verschiedenheit seines Begehrens auch dadurch auffallend von dem Hungergefühle, daß man es wenigstens vorübergehend um seine Befriedigung betrügen kann, indem eine geringe kühlende Anfeuchtung und Durchtränkung der hintern Schlundwand, des Gaumens und der Zungenwurzel die Qualen des Durstes auf kurze Zeit beseitigt. Dort müssen also auch die Nerven liegen, durch welche die Durstempfindung sich im Gehirn ausdrückt. Der Durst tritt nur dann ein, wenn der Körper blos Wasser und nicht auch zugleich die darin im Körper gelöst enthaltenen festen Stoffe verliert, also durch die Haut- und Lungenausdünstung. Die Harnausscheidung, welche einen beträchtlicheren Wasserverlust bewirkt, bewirkt gleichwohl nicht den Durst, wohl aber thut dies durch große Wärme trockner uns umgebender Luft und durch starke Körperbewegung beschleunigte Athmung und Schweißerguß auf der Körperoberfläche. Diese Erscheinung ist auch sehr leicht erklärlich. Durch die Harnausscheidung wird das procentische Mischungsverhältniß der Säfte nicht gestört, indem im Harne die festen Stoffe mit ausgeführt werden; die Lungen- und Hautausdünstung führt dagegen blos das Wasser aus, und läßt in den Geweben die in diesem gelöst gewesenen festen Stoffe zurück, ebenso wie verdunstendes Salzwasser das Salz zurückläßt. Es tritt also eine Störung in dem Gehalte der Leibesflüssigkeiten an festen Stoffen ein. Diese Flüssigkeiten werden durch jene Lebensvorgänge immer concentrirter. Durst ist demnach das Bestreben, das richtige Mischungsverhältniß der Flüssigkeiten des thierischen Körpers wieder herzustellen.

Diese Störung des Mischungsverhältnisses spricht sich namentlich im

Blute aus, denn der Durst kann auch gelöscht werden durch unmittelbare Einführung des Wassers in das Blut durch Einspritzung in die Blutadern (Venen). Dies scheint auch zugleich ein mittelbarer Beweis zu sein, daß das Wasser weniger ein eigentlicher Nahrungsstoff, als ein Lösungsmittel, ein Mischungsregulator sei.

Wie das Begehren nach fester Nahrung, so ist auch das nach flüssiger nicht auf jeden beliebigen Stoff, der einen dieser beiden Aggregatzustände hat, gerichtet, sondern auf Stoffe von bestimmter Zusammensetzung und Beschaffenheit, wobei die Geruchs- und Geschmacksnerven die Wegweiser sind. Als feindlicher Pol steht dem ruhig verlaufenden Nahrungsbegehren der Ekel entgegen. Zwischen beiden besteht ein fortwährender Kampf, in welchem bald der eine bald der andere Sieger ist. Der Ekel überwindet lange den Hunger und Durst, dies wird dadurch bewiesen, daß wir von einer mit nahrhaften, aber ersichtlich unreinlich zubereiteten Speisen und Getränken besetzten Tafel lieber hungrig aufstehen, als essen und trinken. Zuletzt bleiben aber meist Hunger und Durst Sieger, und überwinden den Ekel, ja überwinden zuletzt oft selbst das sittliche Gefühl, indem sie eben zum Kannibalismus treiben.

So lange das Blut in seiner erforderlichen Menge und in seinem erforderlichen Mischungsverhältnisse im Körper vorhanden ist, wird also weder Durst noch Hunger empfunden.

Wir wissen, daß der Körper aus den aufgenommenen Nahrungsstoffen sich das Blut bildet; diese Fähigkeit geht aber nicht so weit, daß er gleich unmittelbar verfahren könnte, d. h. daß die Verdauungs- oder Blutbereitungsorgane Blut machen können aus den chemischen Elementen, aus denen jene Nahrungsstoffe, und durch diese auch das Blut, zusammengesetzt sind. Dieses Zusammensetzungsvermögen geht dem thierischen Leibe ab.

Bei der chemischen Composition der Nahrungsstoffe, die also außerhalb des thierischen Organismus erfolgt sein muß, ist das Wasser der beständige Vermittler.

Es ist aber auch der beständige Vermittler der Umsetzungen, welche die Nahrungsstoffe im Körper erleiden; darum stellt sich nach Genuß verhältnißmäßig flüssigkeitarmer Speise unausbleiblich Durst ein, und ist für diese Umsetzung im Innern des Leibes kein Vorrath fester Stoffe mehr vorhanden, so fällt auch

der Durst weg, denn das Thier, dem man bis zum Verhungern die Nahrung entzieht, verschmäht auch das Wasser.

Da zur Bewerkstelligung der chemischen Umsetzungen, in denen der Verdauungsvorgang besteht, das Wasser das geeignetste Mittel ist, so ist dieses auch das nothwendigste Getränk von allen und darum löschen wir den brennenden Durst am liebsten mit reinem frischen Wasser. Daß dieses niemals blos mit dieser Dienstbereitschaft und sonst mit leeren Händen in den Leib kommt, wissen wir schon, denn jedes Quellwasser enthält etwas Kochsalz, einen so dringend nothwendigen Nahrungsstoff und andere Bodensalze aufgelöst.

Umgekehrt enthält jede Speise einen gewissen, wenn auch oft nur geringen Antheil Wasser; bei den meisten reicht er aber nicht aus, die darin enthaltenen Nahrungsstoffe zu verflüssigen, und somit ist Blutbildung ohne Wasser undenkbar, aber ebenso wenig auch Neubildung und Verjüngung (Ernährung im engeren Sinne) und Absonderung. Das wohlthätige Element in den tausend Verschlingungen dieser seiner ruhelosen Geschäftigkeit im lebenden Thierkörper zu verfolgen, liegt außer der Aufgabe dieses Buches. Es ruft das Leben hervor und unterhält es, indem es Bewegung des Stoffes hervorruft, welche das Leben ist.

Das Wasser ist zugleich derjenige Stoff, der am leichtesten aus dem Körper entfernt wird, wenn es im Uebermaße aufgenommen wurde, durch die vorhin genannten Lebensthätigkeiten. Es gewinnt diese Eigenschaft durch die Leichtigkeit, sich in Dunst zu verwandeln, und indem es dies thut, mäßigt es zugleich die Wärmeentwicklung.

Wir haben außer der Heilkraft des Wassers noch eine Seite desselben ins Auge zu fassen, von welcher es uns gewissermaaßen als Todtenwecker erscheint.

Als an einen Uebergang zu dem, was hierüber noch zu sagen ist, erinnern wir uns an das Keimen tausendjähriger Sämereien. Waren diese auch in dem Sarge der Mumie nicht gestorben, so schlummerte doch in ihnen das Leben in einer Todähnlichkeit. Das Wasser weckte sie auf, indem es in ihnen ungestört gebliebene, auflösbare Stoff-Verbindungen fand.

Sehen wir uns im Thierleben nach ähnlichen Erscheinungen um, so finden wir darin solche, welche uns um so mehr überraschen, als wir das Leben zarter Thiere für um Vieles zerstörbarer halten, als das des knochenharten Weizenkornes.

Wenn nach langer Sommerhitze, welche den Grund ausgetrockneter Sümpfe und Gräben vielfach zerrissen und ausgedörrt zu Tage legt, ein reichlicher Regen strömt, der die harten Schollen wieder aufweicht und mit Wasser übergießt, so stellen sich dann erst, und daher denn später als in feuchten Sommern, sehr bald die uns so lästigen Mückenschwärme ein. Das Wasser hat sie auferweckt. Die Mücke (anderwärts in Deutschland auch Schnake genannt, Culex pipiens) lebt als Larve und als Puppe im Wasser und Schlamm stehender Gewässer und beginnt ihr munteres Luftleben erst im vollkommenen Zustande. Oft werden nun die Mücken im Puppenzustande von anhaltender Dürre überrascht und liegen dann oft lange Zeit in dem vollständig ausgetrockneten Schlamme, ohne zu sterben, ob sie gleich so zarte Wesen sind. Ein durchdringender Regen reicht dann hin, um sie zu erlösen. Aehnliches geschieht mit vielen Wasserthieren, z. B. Muscheln und Süßwasserschnecken, welche mit einem verschwindend kleinen Maaße von Wasser, ja anscheinend ohne alles Wasser, ihr Leben oft lange Zeit fristen müssen.

Dies ist aber nichts im Vergleiche zu dem, was hierin das Wasser an vielen anderen Thieren leistet.

Eingeweidewürmer, Räderthierchen, Aelchen und einige mit den Milben verwandte Thiere werden, wenn sie ganz hart zusammengetrocknet waren, durch Wasser in kurzer Zeit wieder lebendig, wenn man so sagen darf, da man trotz des Anscheins jene Thiere doch nicht für wirklich todt gelten lassen will.

Schon die Altmeister der wissenschaftlichen Naturbetrachtung Leeuwenhoeck, Spallanzani und Bonnet kannten und würdigten die Erscheinung und erhärteten sie als Thatsache durch sorgfältig geleitete Untersuchungen.

Leeuwenhoeck fand 1701, daß die Räderthierchen, welche er in dem Sande fand, der sich durch das Regenwasser in einer bleiernen Dachrinne seiner Wohnung angesammelt hatte, und mit dem dieselben auf der Rinne festgetrocknet waren, sich wieder zu bewegen anfingen, als er zwei Tage nach dem Auftrocknen Wasser darauf goß, welches vorher abgekocht worden war

und also den Verdacht nicht zuließ, daß in diesem Wasser die sich lebendig zeigenden Räderthierchen gewesen seien. Später sah er auch länger als 5 Monate lang ausgetrocknete Räderthierchen sich wieder beleben. Fontana sah 1781 dieselbe Erscheinung nach 1½jährigem Eintrocknen, Spallanzani nach 4 Jahren. Sennerbier fand, daß er diesen Wechsel zwischen Scheintod und Leben 11 mal mit denselben Räderthierchen wiederholen konnte. Wenige Minuten waren hinreichend, um Jahre lang mit trocknem Sande in Papier aufbewahrt gewesene Thierchen zu beleben.

Ein kleines Aelchen Anguillula (aus der Gattung, zu welcher die in verdorbenem Essig und sauergewordenem Stärkekleister lebenden bekannten Essig- und Kleisterälchen, A. aceti und A. glutinis, gehören) lebt in brandigem Getreide. Das Kleisterälchen wird von Essig getödtet, kann dagegen ebenso wie das Essigälchen, ohne zu sterben, einfrieren, während eine geringe Wärme sie tödtet. Jenes Aelchen des Getreides sahen Needham und Baker nach monate- und jahrelanger Austrocknung durch Anfeuchtung wieder lebendig werden. Baker erzählt sogar, daß er Aelchen wieder lebendig werden sah, welche er 27 Jahre früher von Needham geschickt erhalten hatte.

Dieselbe Erscheinung der Wiederbelebung durch Wasser zeigen auch kleine, den Wassermilben ähnliche Thierchen, die Tardigraden, welche ebenfalls im Sande der Dachrinnen und auf alten bemoosten Strohdächern leben, und mit denen Spallanzani (1776) Versuche anstellte. Während die Wiederbelebung bei allen diesen Thierchen früher nur dann gelang, wenn man sie mit dem Sande zugleich und von diesem umhüllt eintrocknen ließ, ist es 1842 Doyere auch mit bloßgelegten Tardigraden nach der vollständigsten Austrocknung gelungen. Doyere trocknete sie künstlich — nicht blos an der Luft — über Schwefelsäure und im luftleeren Raume aus und dann konnten sie auch, ohne ihre Wiederbelebungsfähigkeit zu verlieren, eine trockene Hitze von 108° R. aushalten. Sie starben aber in nur 39° R. warmem Wasser, ohne Zweifel deshalb, weil dadurch die Eiweißstoffe ihres Leibes gerannen.

Ein kleiner Eingeweidewurm, Ascaris acus, aus einem Fische gab einem russischen Naturforscher, Miram in Wilna, Gelegenheit zu einer überraschenden Wahrnehmung. Er hatte eine große Menge davon in lauem Wasser in einem flachen Teller, auf dessen Rande einige Würmer festgetrocknet und ganz hart geworden waren, so daß sie nur mit Gewalt abgekratzt werden konnten.

Als einige davon zufällig benetzt und wieder aufgeweicht wurden, zeigten sie wieder Leben und sogar nur ihre halbe Körperlänge wurde wieder lebendig, wenn sie nur zur Hälfte benetzt worden waren, gleichviel, ob dies die Kopf- oder die Schwanzhälfte war.

Endlich erwähne ich hier noch eines kleinen Thierchens, dessen Name für Jedermann deutlich genug sagt, daß es hierher gehört, Macrobiotus Hufelandi, welches zu den Tardigraden gehört.

In allen diesen Fällen, wo sogar eine absolute Austrocknung die Wiederbelebungsfähigkeit nicht aufhob, nimmt man, wie in den vor diesen angeführten, wo blos ein zeitweiser Wassermangel Wasserthiere dennoch nicht tödtete, ein schlummerndes, gebundenes (latentes) Leben an und hält namentlich die vollständig ausgetrockneten Thiere nicht für todt.

Diese Annahme beruht, wenn man sie auch auf die Versuche von Doyere ausdehnt, nothwendig auf der Voraussetzung einer souveränen Lebenskraft, welche sich in jenen winzigen Wesen zeitweilig zur Ruhe gelegt habe, um dann durch das Wasser -- natürlich unter gleichzeitiger Betheiligung anderer Bedingungen, wie Wärme, Luft ꝛc. — wieder aufgeweckt zu werden. Ich überlasse es Andern, dies zu begreifen oder nicht zu begreifen.

Was hindert uns — ja nöthigt nicht vielmehr Alles dazu, anzunehmen, daß es Organismen und Lebensstadien von Organismen (Samen) gebe, deren chemische Mischung so beschaffen sei, daß ein zeitweiliger Verlust des in dieser enthaltenen Wassers nicht auch zugleich ein Zerfallen der ganzen Mischung bedingt?

Wenn wir das Leben in die Stoffbewegung setzen, wie man es neuerdings immer allgemeiner thut, so ist ein vollkommen trocknes Samenkorn und eine mit allen Mitteln der Wissenschaft jeder Wasserspur beraubte Tardigrade ebenso wenig lebendig, wie ein Krystall, und damit fällt zugleich die Schranke zwischen Organisch und Unorganisch, zwischen Belebt und Unbelebt — es bleibt nur der Unterschied der chemischen Wirksamkeit, bedingt in den Unterschieden der Verbindung der Elemente.

Nachdem wir bereits die Dauer dieser Wiederbelebungsfähigkeit bei den Aelchen bis zu 27 Jahren, nachdem wir 3000 Jahre lang keimfähig gebliebenen Samen kennen gelernt haben, so liegt durchaus kein vernünftiger Grund vor, daran zu zweifeln, daß jene Dauer sich ins Unendliche verlängern würde,

wenn die Zustände während jener 27 und 3000 Jahren noch ferner unverändert geblieben sein würden. Es giebt absolut keine Kraft, wenigstens kennen wir keine, welche als ein Gegenbeweis gegen diese Voraussetzung geltend gemacht werden könnte.

Jene Thiere waren allerdings während der 27 Jahre nicht lebendig (in dem gewöhnlichen Sinne), sie waren aber auch nicht todt in dem gewöhnlichen Sinne, denn nach obiger Ausführung hat für uns der Tod einen andern Sinn; — es war vielmehr in ihnen die chemische Wirksamkeit durch Entfernung des Wassers, eines ihrer mächtigsten Agenten, entweder ganz oder bis auf ein unwahrnehmbares Minimum gehemmt und somit die Stoffbewegung unterbrochen.

Diese kleinen Thierchen sollen uns nun zu der Bedeutung des Wassers gegenüber der Gesundheit des Menschen führen, denn wir werden finden, daß ungesundes Brunnenwasser es ist durch einen oft außerordentlich großen Gehalt an mikroskopischen Thierchen und Pflänzchen.

Wer erinnert sich nicht der unseligen Verirrung der Unwissenheit, welche schon oftmals zu Zeiten herrschender Seuchen die Armen gegen die Reichen die Beschuldigung ausstoßen ließ, diese haben die Brunnen vergiftet. Als die Cholera in Deutschland auftrat und ihre Schlachtopfer meist in den Hütten des Elendes forderte, geschah dieses auch noch in unserer Zeit. Daß diese schreckliche Beschuldigung wohl niemals Grund gehabt habe, läßt sich ohne Zweifel annehmen. Sie erinnert aber nachdrücklich daran, daß von Seiten der Wissenschaft mehr, als es geschieht, die Güte des Trinkwassers untersucht werden sollte, insbesondere an solchen Orten, wo Krankheiten heimisch (endemisch) sind und Seuchen (Epidemien) leicht eine große Ausbreitung und Heftigkeit annehmen.

Wenn chemische und namentlich mikroskopische Untersuchungen des Trinkwassers, welche in neuerer Zeit hier und da, wenn auch immer noch zu selten veranstaltet worden sind, ergaben, daß darin oft eine überraschende Fülle „des kleinsten Lebens", wie sich Ehrenberg ausdrückt, sich regte, so bleibt daneben dennoch die früher schon einmal gelegentlich gemachte Verneinung des Volksglaubens, „daß wir in jedem Wassertropfen Millionen von Infusions-

thierchen mit verschluckten" in ihrer vollen Kraft. Das aus hinlänglich tiefliegenden Quellen und gut gefaßten wohlverschlossenen Brunnen kommende Wasser ist frei von solchen lebendigen Beimischungen und wenn es dies nicht ist, so liegt dies an einer Verunreinigung, welche auf irgend eine Weise am Austrittsorte von außen her stattgefunden hat. Freilich kommen in großen Ebenen oft örtliche Verhältnisse vor, welche auch ohne Verschulden der Bewohner nur ein schlechtes und in vielen Fällen sogar ungesundes Trinkwasser bieten. Dies sind namentlich versumpfte Gegenden, in deren Gewässern die Entwickelung von Infusorien*) dadurch sehr begünstigt wird, daß sie sehr nahe unter die Oberfläche des Bodens heraustreten und dadurch dem Lichte, der Wärme, der Luft und den organischen Stoffen der Bodenoberfläche sehr zugänglich sind, was die Vermehrung dieser kleinen Wesen sehr begünstigt.

Bei Gelegenheit der Choleraverbreitung in Breslau wurden von Ferd. Cohn, jetzt Professor der Botanik in Freiburg, mehrere Brunnen mikroskopisch untersucht, am sorgfältigsten diejenigen, deren Wasser in solchen Häusern genossen wurde, in denen die Krankheit am heftigsten auftrat. Ein Chemiker, Apotheker Müller, besorgte gleichzeitig die chemische Untersuchung.

Das Brunnenwasser eines Hauses, in welchem die Cholera vorzugsweise heftig aufgetreten war, fand Cohn zwar ziemlich klar und hell, aber es schlug sich aus ihm ein reichlicher Bodensatz von erdbräunlicher Farbe und blättrigflockiger Beschaffenheit nieder. Dieser erwies sich durch mikroskopische Untersuchung zusammengesetzt aus vermoderten Holzsplittern, aus einem noch unbekannten Schimmelpflänzchen, aus Hygrocrocisflöckchen (ebenfalls eine Schimmelart), aus Algenfäden, aus Pilzsporen, aus vielen echten Infusionsthierchen (aus den Gattungen Vorticella, Cyclidium, Monas und Paramecium), aus den Rhizopodengattungen Amoeba und Actinophrys, aus Räderthierchen, Wasserälchen, Borstenwürmern und einigen andern mehr zufälligen Verunreinigungen.

Das ist eine ganze Welt mikroskopischer Wesen, und es entstand nun zunächst die Frage, wie sich das Wasser in solchen Straßen zeige, die von

*) Unter Infusorien vereinige ich hier die kleinen, nur mit starker Vergrößerung deutlich erkennbaren Wesen, welche theils dem Thierreiche, theils dem Pflanzenreiche angehören, während man sie früher, der Ehrenberg'schen Behauptung folgend, sämmtlich für Thiere hielt.

der Cholera frei geblieben waren. Es fand sich rein und klar und setzte auch keinen Bodensatz ab. Aber den Boden eines blechernen Eimers, der zum Schöpfen dieses Wassers diente, fand man mit einem dünnen, schleimigen Ueberzuge bedeckt, der ebenfalls aus jenen Wesen bestand. In einem andern Hause fand sich das Wasser ganz rein.

Sollte man sich nun für berechtigt halten, diesen organischen Beimengungen des Wassers insgesammt oder vielleicht einer oder einigen derselben, die Ursache der Krankheit zuzuschreiben? An sich ist den Stoffen, aus denen jene Thierchen und Pflänzchen bestehen, ein solcher Einfluß auf die Gesundheit des Menschen nicht zuzuschreiben und nicht weniger spricht dagegen der Umstand, daß Hassal alles Trinkwasser Londons mit denselben Organismen versehen fand und daher in London die Cholera heimisch sein müßte, wenn dieselben Ursache der Krankheit wären.

Daß selbst die massenhafteste Erfüllung eines Trinkwassers von organischen Wesen ohne Krankheitserregung bleiben könne, dafür führt Cohn Schweidnitz als Beispiel an. Dort war alles Trinkwasser, was aus der Weißtritz zugeleitet wird, dermaaßen mit den weißen Flocken eines Wasserpilzes, Leptomitus lacteus, erfüllt, daß sie die Leitungsröhren verstopften. Im folgenden Jahre (1853) gesellte sich eine solche Masse von Infusorien hinzu, daß sich ein Bodensatz bildete, der den dritten Theil des Wassermaaßes betrug. Trotzdem kam in Schweidnitz kein Fall der Cholera vor, während sie in dem nur 7 Meilen entfernten Breslau wüthete.

Daraus geht wohl mit Bestimmtheit hervor, daß diese Organismen zur Entstehung einer Seuche wenigstens unmittelbar nicht beitragen. Dagegen ist es sehr glaublich, daß zwischen beiden Erscheinungen dennoch ein Zusammenhang stattfindet und zwar der, daß die Anwesenheit der Infusorien — die in vollkommen reinem Wasser die Bedingungen ihres Lebens bekanntlich nicht finden — andeutet, daß das Wasser eine verdorbene Beschaffenheit habe. Aber auch dagegen scheint der Schweidnitzer Fall zu streiten.

Dennoch muß man mit Cohn glauben, daß diese Frage keineswegs geschlossen, und daß es die Aufgabe der Gesundheitspolizei sei, nicht blos in Zeiten einer Seuche, sondern auch sonst das Wasser, eines der wichtigsten Lebensbedürfnisse, von Zeit zu Zeit, wenn aufmerksame Sinne Anlaß dazu gefunden zu haben glauben, untersuchen zu lassen.

Unzweifelhafter als in diesen Fällen kann das Wasser durch Aushauchung schädlicher Gase dem Leben und der Gesundheit des Menschen gefährlich werden. Viele Gegenden der Erde sind dadurch berüchtigt und der Heerd heimischer Fieber.

Diese zeigen sich aber nicht blos in Gegenden mit offenen Sümpfen, sondern schon in solchen, die nur zeitweilig von Tagewasser und Stauwasser (S. 442) übergossen und durchtränkt sind und wo noch wenig oder gar keine eigentlichen Sumpfgase ausgehaucht werden. Schon eine stetige Schwängerung der Luft mit einem gewissen hohen Maaße von Feuchtigkeit giebt Anlaß zu Fiebern. Dies kann sogar auf kleinen Gebieten stattfinden, welche ringsum von fieberfreien Lagen eingeschlossen sind, und es ist bekannt, daß fast jede Stadt ihre Fieberviertel hat, vielleicht durch einen unansehnlichen Graben oder durch den feuchten Baugrund der Häuser bedingt.

Diese Aushauchungen des Wassers, selbst wenn sie die unmittelbar schädlichen Gase des Kohlen-, Schwefel- und Phosphor-Wasserstoffes enthalten, zeigen sich erfahrungsmäßig in auffallender Weise unschädlich, wenn zwischen der sie ausströmenden Bodenfläche und den vor dem Winde, wenn auch ganz nahe liegenden Ortschaften ein Waldstreif liegt, der nicht breit zu sein braucht. Indem die Luft, mit jenen Gasen beladen, durch die Baumwipfel streicht, wird sie in diesen gewissermaaßen filtrirt, indem die Gase in denselben zurückbleiben. Es fehlt nicht an Beobachtungen, nach welchen die geringfügigsten Schutzwälle, eine Baumreihe, eine Mauer die Fieberansteckung der Sumpfluft abhielt. Nicht minder ist oft ein geringer Unterschied in der Höhenlage hierin von Einfluß. Das gelbe Fieber, welches mit Sumpfaushauchungen in Zusammenhang steht, erreicht auf den Antillen nicht leicht eine Höhe von 1600 Fuß. Von bedeutendem Einflusse ist bei der Fieberaushauchung der Sümpfe noch die Wärme. Sumpfige Gegenden werden daher mit Eintritt des Frostes gewöhnlich gesund. Das gelbe Fieber tritt jenseit des 44° der Breite nur noch vereinzelt und jenseit des 47° gar nicht mehr auf.

Trotz vieler derartiger Beobachtungen ist aber dennoch das eigentliche Wesen der Sumpffieber hinsichtlich seiner Abhängigkeit von den Aushauchungen der Sümpfe noch ziemlich unergründet.

Neben diesen nachtheiligen Wirkungen des Wassers, wobei es auch mehr nur eine Vermittlerrolle spielt als unmittelbar wirkt, dürfen wir am Schlusse dieses Abschnittes eine Bedeutung des Wassers nicht mit Stillschweigen übergehen, in welcher man es als Gegenstand einer fanatischen Mode in einseitiger Uebertreibung mißbraucht und in nicht minder einseitigem Handwerks-Widerspruche tief unterschätzt; ich meine die Bedeutung des Wassers als Heilmittel, oder als Gesundheitsmittel, wenn man nicht in diesen beiden Beziehungen unterscheiden will.

Als Gesundheitsmittel ist nicht jedes Wasser gleich gut, wenn wir auch dabei von hervorstechenden Beimengungen (Kochsalz, Kohlensäure) ohnehin absehen. Schnee- und Eiswasser ebenso wie Regenwasser sind nicht nur verhältnißmäßig reiner und an Kohlensäure ärmer als Quellwasser und darum weniger schmackhaft und durstlöschend, sondern geben auch bei längerem Genusse zu mancherlei Leiden, z. B. zu Drüsenanschwellungen, Anlaß, verursachen Uebelsein, Verdauungsbeschwerden und Leibschneiden. Nichtsdestoweniger wissen wir, daß man nicht selten genöthigt ist, das Regenwasser in Cisternen als Trinkwasser aufzufangen. Polarreisende sind oft lange Zeit auf Eiswasser beschränkt. Man schmilzt dann das dichteste und durchsichtigste, weil in den Poren des weißen Eises noch Salzwasser steckt. Vor dem Genusse muß man es wo möglich heftig an der Luft peitschen, damit es sich wenigstens einigermaaßen mit Luft und Kohlensäure bereichert, wovon gewöhnliches Wasser in einem Würfelfuße 30 bis 50 Würfelzoll enthält.

Das Quellwasser ist reicher an Kohlensäure, aber ärmer an Luft als Fluß-, Regen- und Schnee-Wasser. Am reinsten pflegt das aus granitischen Gesteinen hervorquellende Wasser zu sein. Ob, wie man lange Zeit allein angenommen hat, die Beschaffenheit des Trinkwassers Ursache des Cretinismus sei, ist noch unentschieden. Man sucht die Ursache auch in elektrischen Zuständen der Luft.

Die Verwendung des Eises zur Herstellung von Sorbets und Gefrorenem gilt uns Deutschen als ein Luxus, während das Eis in heißen Ländern ein unentbehrliches Kühlmittel der Getränke und darum ein wichtiger Handelsartikel ist. Das Eis vom Aetna ist wegen seiner Dichtigkeit besonders geschätzt und wird weit und breit verführt. In dem milden Winter Persiens wird es auf fest gestampften Boden durch allnächtliches Uebergießen von Wasser

sorgfältig erzogen und dann in Gruben aufbewahrt. Paris verbraucht jährlich 3—400,000 Centner Eis.

Die Wasserversorgung großer Städte erheischt zuweilen Reinigungsarbeiten, wenn das Wasser namentlich reich an Kalk ist. Die Wassercompagnien, welche London aus der Themse, Lea und New-River mit Wasser versorgen, filtriren jährlich 9000 Tons Kalk ab.

Ein gesundes Trinkwasser muß vollkommen klar und farblos, kalt, erfrischend (durch Kohlensäuregehalt) einen angemessenen Gehalt an Erdsalzen haben, aber dabei ohne einen hervorstechenden Geschmack sein. Ein metallisch herber oder salziger Geschmack verräth einen großen Gehalt an mineralischen Stoffen, fader Geschmack eine zu große Armuth an Gasen. Wegen der vollständigen Löslichkeit der im Wasser am gewöhnlichsten vorkommenden Salze ist daher vollkommene Klarheit und Farblosigkeit für sich noch keine Gewähr für die Güte eines Trinkwassers.

Sobald die Wärme des täglichen Trinkwassers weniger als 8—9° R. beträgt, hört es auf, gesund zu sein.

Sicher ist das Wasser das einzige, unbedingt nothwendige Getränk, außer etwa noch der Milch der Mutter für den Säugling; es ist daher eine der Hauptwurzeln unserer Gesundheit.

In dem Entwickelungsalter sollte es neben Milch das einzige Getränk sein, wenigstens jedes andere in den Grenzen der Ausnahme bleiben. Außerdem ist ein möglichst ausschließlicher Genuß von gutem gesunden Wasser gewissen Naturen dringend zu empfehlen, namentlich sanguinischen und reizbaren Temperamenten, Solchen, die zu Blutwallungen, Unterleibsleiden, Fieber geneigt sind; vor allen aber Denen, welchen eine pikante, üppige Küche Bedürfniß ist.

Der Wassergenuß hat für einen gesunden Menschen eine bestimmte Bedeutung, die wir wenigstens in ihren Grundzügen kennen gelernt haben, und demnach auch ein bestimmtes Maaß, was bekanntlich zum Theil abhängig ist von der Wärme, sowohl der Umgebung als des Körpers selbst. Ueber dieses Maaß Wasser zu trinken, wie es die berufsmäßigen Wasser-Trinker thun, ist weder nothwendig noch nützlich, ja gewiß bei vielen im Verhältnisse zu ihrer Lebensweise und Körperconstitution geradezu nachtheilig.

Allerdings ist hier weder der Ort noch auch besitze ich weder theoretisch

noch praktisch die Befähigung, ausführlich und sachkundig in die Wasserheilkunde, Hydrotherapie, einzugehen, noch auch möchte ich auch nur für einen Fall der Anwendung derselben von Seiten meiner Leser die Verantwortung übernehmen. Dennoch, glaube ich, gehören einige Bemerkungen über dieses Zeichen der Zeit in dieses Buch, denn ein solches ist die Hinneigung zu den Wasserkuren in sofern, als in ihr wie auf dem Gebiete des Staates und der Kirche dieselbe Lossagung von dem Autoritätsglauben, dieselbe Rückkehr zu dem Vernünftigen und Natürlichen erkannt werden muß. Mit Recht sagt daher C. A. W. Richter*): „Die Wasserkuren sind bei der heutigen Culturstufe der Gegensatz der durch dieselbe gesetzten einseitigen Ausschreitung und möglichsten Entfernung von der Einfachheit und dem Maaße der Natur, sie stehen in dieser Beziehung mit den Mäßigkeitsvereinen, mit der Aufnahme der Gymnastik und des Turnens in das Erziehungssystem, und mit vielen anderen humanen und sittlichen Bestrebungen zur allgemeinen Hebung der Menschheit auf gleicher Stufe, denn sie sind, auf das einzelne Individuum angewendet, die direkte Negation aller der Ursachen, welche es krank und siech machen."

Wir sind noch nicht in der Zeit angelangt, von welcher die Wasserheilmethode allgemein mit vorurtheilsfreiem und nüchternem Auge angesehen wird. Solche Augen sind noch selten, die meisten tragen eine schwärzende oder eine verklärende Brille.

Wie gewöhnlich, so haben auch hier der neuen Sache die Freunde mehr geschadet, als die Gegner. Ohne hier über das Wieviel oder Wiewenig des Richtigen an der Wasserkur ein Urtheil aussprechen zu wollen, will ich doch bemerken, daß vorerst der Kampf hierüber schweigt neben dem erst nach Oertel und Prießnitz entschieden entbrannten Kampfe um die alte Medicinflaschen-Kurirerei und um das neuere physiologische Heilverfahren. Erst wenn dieser Kampf ausgekämpft sein wird, voraussichtlich zu Gunsten des letzteren, erst dann wird der Kampf über das „kalte Wasser" entschieden werden, denn nothwendig wird und muß das physiologische System alsdann das Brauchbare davon in sich aufnehmen, nachdem die Uebertreibung davon abgestreift sein wird.

*) Die Wasserkuren rc. Berlin 1855. S. 198.

Uebrigens gehört nicht sowohl die Erfindung der Wasserheilkunde als vielmehr blos deren systematische Ausbildung unserer Zeit an. Es ist schon zu vermuthen, daß die dem Naturzustande näher gebliebenen Völker heilenden Gebrauch von dem Wasser machen und der berühmte Ausspruch Pindars „das Beste ist aber das Wasser" läßt schließen, daß im hohen Alterthume die heilkräftige Seite des Wassers nicht unbekannt gewesen sein möge. Christian Oertel in Ansbach und Vincenz Prießnitz auf dem Gräfenberge in Schlesien gelten gewöhnlich, aber mit Unrecht, als die Erfinder der Wasserkuren. Schon um 1690 lehrte der englische Arzt John Flover die Anwendung des kalten Wassers, besonders der Bäder, als Heilmittel. Auf dessen Schultern trat um 1750 Johann Gottfried von Hahn aus Schweidnitz, dessen lange vergessene Schrift: Unterricht von Kraft und Wirkung des frischen Wassers Oertel im Jahre 1804 wieder an das Licht zog und seine Lehre darauf gründete.

Es war von vornherein dem Goliath der alten Schule nicht zuzutrauen, daß er sich in einen Kampf auf Leben und Tod mit diesem schlichten David einlassen werde. Der Goliath war obendrein sich seiner schwachen Beine nicht unbewußt und durfte doch den Philistern, die er anführte, dies nicht merken lassen.

Unsere Zeit ist ein Hohofen, in welchen sonder Ansehen Jegliches geworfen wird, was noch kein reines Metall ist, wenn es auch noch so lange dafür gegolten hat.

Es ist vielleicht zu jeder Zeit und an jedem Orte, also auch an diesem, von Interesse, uns an das Urtheil der öffentlichen Meinung über die verschiedenen Schulen des Heilverfahrens zu erinnern. Was giebt es wohl, was für alles menschliche Treiben mehr die Grundlage bilden könnte, als die Sorge für die Gesundheit des Leibes? Diese Sorge aber, öffentliche wie die des Einzelnen, liegt unter einem Wust von Verkehrtheit und Unwissenheit, Schlendrianismus und Unachtsamkeit, daß sie kaum noch Sorge, sondern vielmehr Sorglosigkeit genannt zu werden verdient. Dieser Erscheinung gegenüber kann von einem Urtheile der öffentlichen Meinung eigentlich gar nicht die Rede sein.

Eins aber leuchtet aus der tiefen Nacht dieses Wirrwarrs als ein Lichtpunkt hervor, der freilich ebenfalls von der Menge übersehen wird. Ich meine,

daß neben dieser sorglosen Sorge um die Gesundheit die Menschen doch noch so gesund bleiben. Woher kommt das?

Der Grund davon liegt in einem Etwas, was die Wenigsten kennen, und wovon doch die Meisten reden, so daß es fast zum unverstandenen Schiboleth geworden ist, in einem Etwas, was das Wahre der Allopathie, Homöopathie wie der Hydropathie ist, was der eigentliche im bescheidenen Hintergrunde stehende, unbedankt und unbelohnt bleibende Helfer ist — der Naturheilkraft. Die arme Naturheilkraft ist das gehudelte Faktotum, dessen Dienste wir ewig verlangen und dessen Diensten wir ewig selber in den Weg treten.

Ist das Wasser — kaltes und heißes — die allgemeine Arznei in der Hand der Naturheilkraft, wie die Wasserheilmethode behauptet? Wenn es eine solche giebt, so hat Nichts so sehr die Vermuthung für sich, es zu sein, wie das Wasser. Aber alsdann muß die Naturheilkraft von Kranken und — Aerzten ungehudelt bleiben. Sie ist es in jedem einzelnen Falle, welche heilt, der Arzt kann höchstens das Verdienst erwerben, ihr kundiger Gehülfe zu sein; von ihm selbst kommt die Heilung niemals.

Siebenter Abschnitt.

Das Wasser als Wohnplatz für Thiere und Pflanzen.

Wodurch das Wasser dazu tauglich wird, für Pflanzen, für Thiere; Unterschied zwischen Pflanzen und Thieren des Wassers und denen des Festlandes; Zahlenverhältniß zwischen beiden; Verschiedenheit der Pflanzen und Thiere des Meeres und der des Süßwassers; Charakteristische Pflanzen- und Thiergruppen des Wassers gegenüber denen des Festlandes; Geographische Verbreitung der Pflanzen und Thiere des Wassers; Verschiedenheit derselben nach den Tiefenstufen des Meeres; Thiere und Pflanzen in den warmen Quellen.

Der schlammige Grund eines Teiches umschließt leicht mehr organisirte Wesen, als das trockne Land des gesammten Erdenrundes.

Da wir selbst nur auf dem Lande leben können und unser Leben im Wasser oder vielmehr unter dem Wasserspiegel eine Unmöglichkeit ist, so scheint die Frage nahe zu liegen: wodurch wird das Wasser tauglich zum Wohnplatze für Pflanzen und Thiere? und dabei kann wiederum darüber Zweifel entstehen, ob man die Frage so, wie eben geschah, gestellt, oder ob gefragt werden müsse: wodurch werden Pflanzen und Thiere zum Leben im Wasser geschickt? Eine wie die andere Fragestellung ist aber verkehrt, sobald ihr der Gedanke an eine sogenannte „zweckmäßige Einrichtung“ zum Grunde liegt, sobald sie mehr verlangt, als die Beantwortung des einfachen „Wie?“. In diesem Falle, wie überall auf dem Gebiete der Naturwissenschaft, stört es den ruhigen, sichern Gang der Forschung, wenn man überall Zweckmäßigkeitsvorstellungen an die Erscheinungen mit bringt, weil man damit das zu erreichende Ziel vor dem Ausgange danach eigenmächtig selbst setzt und dann nicht mehr unbefangen

forscht, sondern nur das sucht, was im Einklange mit der Zweckmäßigkeitsvorstellung steht. So lange der Naturforscher wirklich forscht, soll er nicht suchen, sondern nur finden.

In dem großen und dabei doch an bestimmte Verhältnißzahlen gebundenen Lösungsvermögen gewinnt das Wasser wesentlich seine Befähigung, unter seinem Spiegel Pflanzen und Thieren eine Wohnstätte zu bieten, indem es diejenigen festen und luftförmigen Stoffe in sich aufnehmen kann, deren diese bedürfen.

Der Aggregatzustand des Wassers, der innerhalb gewisser Temperaturen der tropfbar flüssige ist, und welcher zwischen dem luftförmigen und dem starren gewissermaaßen in der Mitte steht, macht es geeignet, daß sich organische Wesen darin entwickeln und bewegen können. Ferner sind dabei von einigem Einfluß seine geringe Wärmeleitung und ganz besonders sein optisches Verhalten.

Aber die erste von diesen Eigenschaften, wenn sie sich in einem zu hohen Grade oder an besonderen Stoffen thätig zeigt, kann das Wasser zu einem ungeeigneten Aufenthalte für lebende Wesen machen. Bäche, worein Abflüsse von Erzwäschen oder von chemischen Fabriken einmünden, enthalten in der Regel keine Thiere, und Flüsse können durch einmündende Salzbäche auf weite Strecken an organischem Leben veröden, bis wieder eine gehörige Verdünnung eingetreten ist.

In dem innern Bau der Wasserpflanzen sind nur wenige und durchaus keine wesentlichen Verschiedenheiten im Vergleiche zu den Landpflanzen zu entdecken, während dies bei den Wasserthieren der Fall ist. Die Wasserpflanzen verbinden sich übrigens, was ihren Wasseraufenthalt betrifft, durch eine Menge Abstufungen ihres Wasserbedürfnisses mit den Landpflanzen derart, daß der Begriff einer Wasserpflanze schwer festzustellen ist. Wenn wir dabei den Begriff Wasserthier als Maaßstab anlegen wollen, so haben wir in der deutschen Flora nur sehr wenig echte Wasserpflanzen höherer Rangordnung, denn dann sind nur diejenigen echte Wasserpflanzen, welche mit allen ihren Theilen unterhalb des Wasserspiegels bleiben. Und auch diese wenigen strecken meist ihre Blüthen während des Blühens über den Wasserspiegel empor, z. B. die Gattungen Ceratophyllum, Myriophyllum und die untergetauchten Arten von Potamogeton (z. B. Perispus). Echte, d. h. ganz und

immer untergetauchte Wasserpflanzen sind die Gattungen Naias, Ruppia, Zannichellia, Zostera und Chara, welche meist See- oder Brackwasser-Pflanzen sind.

Zwischen diesen in der vollständigsten Bedeutung des Wortes so zu nennenden Wasserpflanzen und einer großen Anzahl solcher, welche nur im Schlammboden der Gewässer wurzeln, aber sich mit ihren oberen Theilen über den Wasserspiegel erheben, steht eine kleine Anzahl, die man Schwimmpflanzen nennen möchte; denn sie wurzeln nicht im Boden der Gewässer, sondern schwimmen auf deren Oberfläche, indem sie ihre Wurzeln in das Wasser frei hinabhängen lassen und von den Luftströmungen bald hierhin bald dorthin getrieben werden. Als solche Schwimmer sind die Meerlinsen, Lemna, bekannt, neben denen wir nur noch einige wenige schwimmende Pflanzengattungen haben: den Froschbiß, Hydrocharis morsus ranae, dessen schöne nierenförmig runde Blätter flach auf dem Wasserspiegel schwimmen und nur die weißen Blüthen über denselben emporragen, und die seltne Salvinie, Salvinia natans. Die in den Landseen des nördlicheren Deutschland verbreitete Wasseraloe, Stratiotes aloides, ist zwar auch eine schwimmende Pflanze, aber heftet sich nicht selten durch ihre langen Adventivwurzeln im Schlammgrunde fest.

Eine ganz besondere Lebensweise zeigt die bekannte Wassernuß, Trapa natans. Die große mit 4 langen, spitzigen Stacheln bewehrte Nuß keimt im Schlammboden und sendet einen meist unverästelten fadenförmigen Stengel bis an den Wasserspiegel empor, wo aus seinem verdickten Ende eine zierliche, etwa tellergroße Blätterrosette sich entwickelt, in deren Mittelpunkte die kleinen weißen Blüthen stehen. Die Blätterrosette schwimmt platt auf dem Wasserspiegel und heftet sich gleich einem Schiffe mit ihrem Anker, der Nuß, und ihrem Stengeltau im Schlammgrunde fest.

Einen Schritt weiter von dem echten Wasserpflanzen-Charakter ab bilden die fluthenden Ranunkeln, Ranunculus fluitans und aquatilis, die Laichkräuter mit auf dem Wasserspiegel schwimmenden Blättern, Potamogeton natans und andere, die weißen und gelben Seerosen Nymphaea alba und Nuphar luteum und einige andere. Bei manchen derselben haben die untergetauchten Blätter eine andere Gestalt als die schwimmenden.

An allen den bis jetzt genannten Wasserpflanzen findet sich eine anatomische Verschiedenheit von den Luftpflanzen. Es fehlt nämlich der Oberhaut

ihrer untergetauchten Theile an den Spaltöffnungen, wodurch die Pflanzen, namentlich an den Blattgebilden, gasförmige Stoffe aushauchen und aufnehmen. Gegen die sonstige Regel finden sich diese Spaltöffnungen — mikroskopisch kleine Spalten zwischen 2 halbmondförmigen, gegeneinander gekrümmten Oberhautzellen — nicht auf der unteren, sondern auf der oberen, der Luft zugekehrten Seite der schwimmenden Blätter.

Nun kommt die auch in Deutschland nicht unbedeutende Zahl derjenigen Wasserpflanzen, welche zwar im Boden unter dem Wasserspiegel wurzeln, aber ihre oberen Stengeltheile und ihre oft schilfigen Blätter über denselben hervorstrecken. Die meisten davon können es ertragen, daß das Wasser ihres Standortes in trocknen Jahren sich von ihnen zurückzieht und sie am Rande der Teiche und Sümpfe auf das Trockne gerathen. Dann aber nehmen ihre Blätter meist eine auffallend andere Gestalt an.

Die Klasse der Wasserpflanzen verliert sich allmälig in die der Sumpf-, Moor- und Torfpflanzen.

Vergleichen wir nun den innern Bau dieser Pflanzen, so finden wir in ihnen, wie gesagt wurde, außer den von den Spaltöffnungen bereits angeführten, keine wesentlichen Unterschiede von den Landpflanzen, wohl aber einige graduelle. Besonders sind in ihnen die Luftlücken und Luftkanäle mehr entwickelt, als in letzteren. Ein Querschnitt durch die Blattstiele und die Schilfblätter vieler Wasserpflanzen zeigt ein oft überaus zierliches System von Lücken des Zellgewebes, in welchen sich die Gase ansammeln, welche bei den chemischen Processen, aus denen das leibliche Leben der Pflanze wie des Thieres besteht, aus der aufgenommenen Nahrung ausgeschieden werden. Die großen säbelförmigen Wurzelblätter der Rohrkolben, Typha, Igelkolben, Sparganium, des Kalmus, Acorus calamus, zeigen auf einer Schnittfläche, welche mittels eines scharfen Messers ein Stück der Außenfläche des Blattes abgeschält hat, eine mauerförmige Gruppirung zahlreicher würfelförmiger Luftlücken, welche sich wie die Mauerziegel zu dem auf ein geringes Maaß beschränkten Zellgewebe, welches dem Mörtel vergleichbar ist, verhalten.

Der große Reichthum des sumpfigen Wassers an Gasen bedingt ohne Zweifel diese ungewöhnlich, reiche Bildung der Luftlücken, welche unter sich durch poröse Scheidewände und zuletzt durch die Spaltöffnungen der Oberhaut mit der Luft in unmittelbarer Verbindung stehen.

Neben den genannten Pflanzen höherer Rangordnung finden wir eine viel beträchtlichere Zahl unvollkommnerer Pflanzenarten als Wasserbewohner. Zunächst sind hier mehrere Moosarten zu nennen, von denen namentlich die Quellenmoose, Fontinalis, ihre langen, meist düstergrünen, zierlich beblätterten Stengelschöpfe immer unter dem Wasser halten, wo sie von den Wellen in fluthender Bewegung erhalten werden.

Die große Klasse der Algen ist mit sehr wenigen Ausnahmen nur auf das Wasser beschränkt, und zwar ebensowohl süßes wie Seewasser. Die meist lebhaft grünen schlüpfrigen Fadenschöpfe, welche wir an den triefenden Mühlrädern, in hölzernen Mühlgerinnen und in vielen Gräben und Teichen sehen, gehören hieher, und das mit Unrecht so genannte Carragheen-Moos des Meeres ebenfalls. Die Seealgen, welche wir mit dem Namen Tang von den zarten Algen des Süßwassers unterscheiden können — obgleich sie beide zusammen in eine Klasse gehören — sind gemäß ihrem unbegränzten Wohnungsraume zum Theil von außerordentlichen Maaßen und wir finden unter ihnen nicht nur die größten aller Gewächse, sondern überhaupt die größten lebenden Wesen. Das bei Betrachtung des Golfstroms erwähnte Sargasso-Meer (S. 112), welches die ungeduldigen Gefährten des Columbus in Schrecken versetzte, wird von unermeßlichen Mengen von Tangen gebildet, welche die Meeresströmungen vom Meeresboden losgerissen und in dem Mittelpunkte dieser Kreisströmung zusammengeführt haben.

Die Algen, sowohl die des süßen Wassers wie die des Meeres, zeigen im Innern einen sehr einfachen Bau, wie überhaupt der innere Bau der Wasserpflanzen im Allgemeinen einfacher als der der Landpflanzen ist. Der Grund davon liegt ohne Zweifel darin, daß für sie nicht die große Manchfaltigkeit der Entwickelungsbedingungen — durch welche nothwendig die Form der belebten Wiesen bestimmt wird — vorhanden ist. Das Wasser ist für sie der ausgleichende Träger, der in sich alle Lebensbedingungen bindet, während für die Landpflanzen eine Menge geschiedener und von einander mehr oder weniger unabhängiger Lebensbedingungen vorliegen: Boden, Wasser, Luft, Licht, Wärme, Seehöhe, geographische Lage u. s. w. Alles dies verschmilzt für die Wassergeschöpfe gewissermaaßen in Eins durch das dieses Alles in sich aufnehmende Wasser.

Bei den Wasserthieren finden wir in der Organisation eine sehr

erhebliche Verschiedenheit von den Landthieren, bedingt durch den Athmungsproceß, der im Wasser anders vermittelt werden muß, als in der Luft.

Gleichwohl ist bei einigen ganz entschiedenen, d. h. nie an das feste Land kommenden, Wasserthieren der höchsten Rangordnung das Athmungsorgan bloß zur Luftathmung dienlich. Dies ist bekanntlich bei den Walen oder Walfischen der Fall. Auch die Schlangen haben eine allein im Wasser und zwar im Meere lebende Familie, die Seeschlangen, Hydrini, welche gleich den Landschlangen Lungen haben, aber durch Klappen die Nasenlöcher wie die Krokodile willkürlich gegen das Eindringen des Wassers verschließen können. Aber auch einige niedere Wasserthiere zeigen dieselbe Sonderbarkeit des nur zur Luftathmung geeigneten Athmungsorganes, z. B. viele unserer Süßwasserschnecken. Regel ist jedoch, daß die Wasserthiere anstatt der Lungen, welche zur Luftathmung dienen, Kiemen haben, welche den Sauerstoffgehalt der dem Wasser beigemischten Luft einsaugen und dem Blute einverleiben, welches in dem feinen Geäder der Kiemen strömt.

Jene lungenathmenden Wasserthiere sind genöthigt, von Zeit zu Zeit an den Wasserspiegel heraufzukommen, um zu athmen, während die kiemenathmenden dies nicht nöthig haben und daher gewissermaaßen in einem vollendeteren Grade Wasserthiere sind als jene.

Was den allgemeinen äußeren Bau der Wasserthiere betrifft, so ist derselbe in den einzelnen Klassen so außerordentlich manchfaltig, daß es vergeblich sein würde, darin nach einer Zweckmäßigkeitsidee zu suchen, welche etwa mit Vorausbedacht ihren Leib so gebaut hätte, daß er bei seinen Bewegungen das Wasser möglichst leicht und bequem durchschneiden könnte. Man denke an die so verschiedenen Gestalten der Schnecken (deren schmuckvolle Kalkgehäuse gewöhnlich durch den Namen Conchylien bevorzugt werden), der Krabben, der sogenannten Tintenfische, der Seesterne, der Quallen, der Fische — um diesen Lieblingsgedanken der so gern hinter den Vorhang der Natur Blickenden fallen zu lassen. Der unelastische Zusammenhang des Wassers machte Vogelflügel unpraktisch und deshalb bequemten sich die Bewegungsorgane der meisten schwimmenden Wasserthiere in die Form der Flossen. Wurmförmigen Wasserthieren ersetzt die schlangenförmige Bewegung des Körpers beim Schwimmen den Mangel aller äußern Bewegungswerkzeuge.

Einen bemerkenswerthen Einfluß übt die viel dichtere Beschaffenheit des

Wassers und die Ausschließung der Verdunstung auf die Beschaffenheit der Körpermasse der Wasserthiere aus. Diese ist bei vielen so zart und zerstörbar und dabei von einer so dünnen Hauthülle umschlossen, daß solche Thiere auf dem festen Lande an der Luft durch ihr eigenes Gewicht die umfriedigende Hülle zersprengen und zerfließen oder sehr schnell vertrocknen würden. Dies gilt von den wunderbaren Quallen, ihrer zarten Körperbeschaffenheit nach gewissermaaßen die Riesen-Infusorien des Meeres.

Wenn man die Farbenpracht vieler Vögel und Insekten und einiger Lurche abrechnet, so kann man den Seethieren — nicht aber den Süßwasserthieren — beinahe den Vorrang vor den Landthieren hierin einräumen, oder wenigstens stehen sie diesen hierin nicht nach. Sicher aber werden die Landthiere von den Wasserthieren, namentlich von den Seethieren durch die größere Manchfaltigkeit der Gestalten übertroffen. Unter den Landthieren kann man 4 Hauptgestalten unterscheiden: die Vierfüßer-Gestalt, die Vogelgestalt, die Schlangengestalt und die Insektengestalt. Diese 4 Grundgestalten der Landthiere werden trotz zahlreicher geringerer Modifikationen streng festgehalten. Zwei davon — die Schlangen- und Insektengestalt (bei den Krebsthieren) — finden sich auch unter den Wasserthieren; als diesen eigenthümlich kommen hinzu: die Fischgestalt, die Weichthiergestalt, wieder in mehrere Untergestalten getheilt: Bauchfüßler, Kopffüßler ꝛc. und in einigen Vertretern der Klasse an das Land abgeordnet (Landschnecken), die Muschelgestalt, die Strahlthiergestalt. Die Wurmgestalt kann man trotz der systematischen Verschiedenheit von der Schlangengestalt nicht wohl trennen. In der Strahlthiergestalt — welche auch den Polypen zukommt — nähert sich der Formenkreis des Thierreichs und zwar in den Polypen dem des Gewächsreichs. Alle diese Grundgestalten der Wasserthiere unterliegen einer außerordentlich manchfaltigen Ausprägung, so daß es leicht wäre, sie in eine sehr große Anzahl von Misch- und Uebergangsgestalten aufzulösen. Es zeigt sich mithin die gestaltgebende Natur im Wasser viel freier und ungebundener, als auf dem Lande. Ein Blick in die Seethier-Abtheilung einer zoologischen Sammlung lehrt dies sofort.

Was das Zahlenverhältniß zwischen Wasserthieren und Landthieren betrifft, so ist hier die Zahl der Arten und die Zahl der Individuen zu unterscheiden. Das Motto unseres Abschnittes spricht sich in Hinsicht der letzteren

Zahlenauffassung deutlich genug aus. Die Individuenzahl der Wasserthiere ist unendlich viel größer, als die der Landthiere — obgleich wir die unermeßlichen Diatomeen-Mengen der Sümpfe und Gräben nicht mehr mit Ehrenberg für Thiere ansehen — denn es bleibt noch so viel „kleinstes Leben" von unzweifelhaft thierischer Natur darin übrig, daß unser Motto vollkommen wahr bleibt.

Bei der Zahl der Wasserthierarten gegenüber den Landthierarten können wir natürlich nicht an die überhaupt vorhandenen, sondern nur an die uns bis jetzt bekannten denken. Wenn uns schon von den Thieren des Festlandes noch viele unbekannt sind, so gilt dies in noch viel höherem Maaße von den Wasser-, namentlich den Seethieren, von denen uns sicher erst ein kleiner Theil bekannt ist. Daher ist es selbst schwer zu sagen, ob die Zahl der bekannten zu den unbekannten Landthieren sich eben so verhalte, wie die der bekannten zu den unbekannten Wasserthieren. Wahrscheinlich ist es nicht so; wir kennen vielmehr von den Landthieren einen größeren Theil, als von den Wasserthieren.

Die zahlreichste Thierklasse, die der Insekten, ist zum allergrößten Antheile landbewohnend, nur ein kleiner Theil lebt im süßen und kein einziges Insekt lebt im Meerwasser. Diese interessanteste aller Thierklassen steht in einer außerordentlich innigen Beziehung zur Pflanzenwelt, mit der sie in den verschiedenen, für belebte Wesen überhaupt bewohnbaren Gebieten der Erdoberfläche gleichen Schrittes zu- und abnimmt. Ohne jemals die Zahlen genau angeben zu können, da auf beiden Gebieten jeder Tag des Neuen viel bringt, nimmt man die Zahl der bekannten Insekten und Pflanzen einander ungefähr gleich an. Diese Zahl wird gegenwärtig von 90,000 nicht mehr weit entfernt sein, eine Zahl also, von welcher von Seiten der Insekten gar nichts dem Meere zufällt und von Seiten der Blüthenpflanzen nicht viel mehr als nichts. Der Mangel der Blüthenpflanzen im Meere erklärt also den Mangel der Insekten daselbst. Wir kommen auf die Zahlenverhältnisse noch einmal zurück bei der Hervorhebung einiger charakteristischer Züge in der Physiognomie der Thier- und Pflanzenwelt des Wassers gegenüber der des Landes.

Vergleichen wir die *Pflanzen und Thiere der süßen Gewässer* mit denen des *Meerwassers*, so finden wir in mehr als einer Beziehung bemerkenswerthe Verschiedenheiten.

Es wurde eben schon angedeutet, daß das Pflanzenreich im Salzwasser nur sehr wenig höhere oder Blüthenpflanzen aufzuweisen hat, daß im Gegentheile es fast nur die Algen sind, welche in Menge und Mannichfaltigkeit der Formen darin vorkommen. Die oft überaus zierlichen und in prächtige Farben gekleideten Tange, vorzüglich die Florideen (Blumentange, ihrer Schönheit wegen so genannt), bilden mit pflanzenähnlichen Polypenstöcken einen Blumengarten des Neptun von ganz eigenthümlichem Charakter, so daß man dabei ganz vergißt, an die Pflanzenwelt des süßen Wassers und des Festlandes zu denken.

Die früher erwähnten Salzpflanzen sind nicht gleichbedeutend mit Seepflanzen. An der Küste des Meeres treffen wir zwar an der Fluthlinie, wenn außerdem die Bodenbeschaffenheit dafür geeignet ist, einen Kranz von Strandpflanzen, welche salzstete Pflanzen sind (S. 435); aber wir vermissen ein Hinabsteigen der Flora in die die Küste bespülenden Wellen, wie wir oft an Landseen und Teichen die Grenze zwischen Land und Wasser durch einen dichten Wald schilfartiger Wasserpflanzen verhüllt finden. Etwas Aehnliches findet sich an der Meeresküste nur an den Einmündungen der Flüsse, deren süßes Wasser mit dem salzigen des Meeres sich zu sogenanntem Brackwasser mischt. Wenn die chemische Beschaffenheit des Meerwassers der höheren Pflanzenwelt auch nicht ungünstig wäre, so würde schon der Wechsel von Ebbe und Fluth eine ähnliche Bekränzung der Meeresküste verhindern.

Die durch Verdunstung stärker gesalzenen Lagunen an den Küsten des Meeres sind natürlich noch weniger geeignet, höhere Pflanzen zu beherbergen, ja man findet in diesen oft nicht einmal Tange; und so ist denn eine ziemlich scharfe Grenzlinie in dem Charakter der Pflanzenwelt des Meeres und der süßen Gewässer gezogen.

Die Tange, also die fast alleinigen Pflanzen des Meeres, zeigen in Folge der anderen chemischen Mischung ihres Wohnungs- und Ernährungsraumes zum Theil ganz andere Bestandtheile oder dieselben in anderen Verhältnissen, als die Land- und Süßwassergewächse und gewinnen dadurch für unsere Interessen eine besondere Bedeutung. Sie sind reich an Pflanzengallert und an Inulin (einem dem Stärkemehl ganz nahe stehenden Stoff) und dadurch, sowie durch einen nicht geringen Gehalt an stickstoffhaltigen Körpern werden manche Tange zu nahrhafter Speise, namentlich Laminaria digitata und saccharina

und das irländische Perlmoos, Chondrus crispus. Der Genuß dieser Tange, namentlich des zuletzt genannten, kann uns den eingebildeten Genuß der indianischen Vogelnester — von einer Schwalbe Hirundo Salangana, gebaut — vielleicht ersetzen, obgleich neuere Untersuchungen dem Glauben, daß diese Nester als Tangen bereitet seien, nicht günstig sind. Auch als Viehfutter werden die Tange an vielen Küstenorten mit Vortheil verwendet. Die wichtigste Bedeutung hat jedoch diese Meeres-Flora als Gehülfin bei der Gewinnung von Jod und Brom. Wir würden ganze Meere verdampfen und dabei ganze Wälder verfeuern müssen, um den verschwindend geringen Gehalt des Meerwassers an diesen beiden, in der Photographie vielleicht noch höher als in der Heilkunde zu schätzenden, Elementen zu erobern. Die Tange sammeln diese Stoffe aus dem Meerwasser in ihrem Gewebe auf als nothwendige Bestandtheile ihres Wesens, und erleichtern uns dadurch die Gewinnung. An den Küsten der Normandie wird zu diesem Zwecke viel Tang, als Varec, gesammelt, an den Schottischen Inseln als Kelp.

Daß unendlich kleine Algen, von denen 40—60,000 Individuen erst ein Würfelmillimeter bilden, das Meer in unübersehbaren Flächen blutroth färben können, ist bereits früher (S. 282) gesagt worden. Den Gegensatz dieses winzigsten Wesens bildet die über 1500 Fuß lange Macrocystis pyrifera.

Die Zahl der bis 1847 bekannt gewordenen Algen — des Meeres und des Süßwassers — beträgt nach Montagne 2226 Arten in 124 Gattungen. Eine geringe Zahl, wenn man an die vorhin annähernd angegebene Zahl der überhaupt bekannten Pflanzen und daneben an den dreimal größeren Umfang des Meeres gegen den des Festlandes denkt.

Das Meer- oder überhaupt das Salzwasser und das süße Wasser zeigen sich auch in ihrem bedingenden Einflusse auf die Thierwelt verschieden. Wenn wir diesen hinsichtlich der Gewächse auf Seiten des Salzwassers vereinfachend kennen lernten, so zeigt er sich bei den Thieren umgekehrt, indem diese im Gegentheile im Meere eine weit größere Mannichfaltigkeit der Formen zeigen, als in den süßen Gewässern. Am augenfälligsten und Jedermann bekannt ist dies bei der ausschließlich wasserbewohnenden Klasse der Fische. Wer kennt nicht wenigstens aus Abbildungen einige der abenteuerlichen Seefische, z. B. die Rochen, die Seepferdchen, die Haifische, Koffer-

fische und andere, und dagegen die schlichten, einander immer so ähnlichen Karpfen, Hechte, Barsche, Welse, Forellen rc. des süßen Wassers, welches nur unter heißen Himmelsstrichen in seinen Fischen etwas von dem strengen Fischtypus abweicht. Steigen wir aber auf der Stufenleiter des Systems abwärts zu den immer unvollkommner organisirten Thieren, so finden wir im Meere einen unerschöpflichen Reichthum der mannichfaltigsten Formen, von denen es oft der Versicherung der Wissenschaft bedarf, um in ihnen Thiere zu erkennen, während das Süßwasser an solchen Formen sehr arm ist. Es giebt in der niederen Sphäre des Thierlebens ganze Klassen, welche ausschließend oder wenigstens zum allergrößten Theile nur das Meer bewohnen.

Von der so lange Zeit falschverstandenen Klasse der Polypen (S. 215) kommen in den süßen Gewässern Europa's — anderwärts sind sie noch nicht beobachtet — nur drei artenarme Gattungen vor (Hydra, Halcyonella und Plumatella), welche nirgends in auffallender Menge leben und sehr klein sind, während man allein von riffbauenden Korallenpolypen (S. 219) gegen 500 Arten kennt.

Die Klasse der Meernesseln oder Quallen, Akalephen, sind nur Seethiere, welche zu Milliarden das weite wüste Reich des Neptun durchschwärmen, und über dessen finstern Abgründen ihr phosphorisches Licht ausgießen.

Die Klassen der Seesterne oder Echinodermen ist ausschließend und die der Ringelwürmer, Annulaten, der Krebsthiere oder Krustenthiere, Crustaceen, vorzugsweise im Meere heimisch; die Seescheiden oder Tunicaten und einige Ordnungen der Klassen der Weichthiere oder Mollusken und der Muschelthiere oder Conchiferen enthalten nur Seethiere.

Die kleine Klasse der Spinnen fehlt dem Meere außer einigen Wassermilben gänzlich, während im Süßwasser bei uns wenigstens eine Spinnenart, Argyroneta aquatica, lebt, eines der merkwürdigsten Thiere, welches das wunderbare Vermögen hat, seine kleine Atmosphäre mit unter den Wasserspiegel hinabzuziehen und so auch im Wasser Luftthier zu bleiben. Anhaftend an den Haarborsten, womit der Leib dieser Spinne bekleidet ist, verhüllt unter dem Wasser eine wie Silber glänzende Luftblase das Thier, welches sich unter dem Wasser recht eigentlich ein Luftschloß baut, das heißt ein luftdichtes, luftgefülltes, sackförmiges Gewebe, welches unten offen und durch einige am Grunde des Gewässers befestigte Fäden am Aufsteigen verhindert ist.

Daß die Insektenklasse im Meere nicht, dagegen nicht unbedeutend im süßen Wasser vertreten ist, haben wir schon erfahren. Es gehört sicher zu den auffallendsten Erscheinungen dieser an solchen so reichen Thierklasse, daß viele ihrer Glieder in einem Theile ihres Lebens in der Gesellschaft der Fische Wasserthiere, mit allen leiblichen Einrichtungen für das Wasserleben ausgestattet, sind, und in einem andern mit wesentlicher Umgestaltung ihres Organismus als Luftthiere sich unter die Schwärme der Vögel mischen. Dies ist bekanntlich z. B. mit den schönen leichtbeschwingten Libellen der Fall, die als solche das Wasser als ein ihnen verderbliches Element zu scheuen haben, auf dessen schlammigem Grunde sie als häßliche flügellose Geschöpfe lange Zeit träg herumgekrochen sind.

Die Fische, die sprichwörtlichen Bewohner des Wassers, theilen sich in das See- und das süße Wasser zu Gunsten des letzteren, wenn man berücksichtigt, daß auf das viel umfangreichere Meer eigentlich ein viel größerer Antheil der Klasse fallen müßte als drei Viertel, welche dem Meere gehören. „Der Fisch im Wasser" gilt uns als ein Musterbild des gesunden Behagens und keine anderen Thiere können so wie viele Fische eben so im süßen wie im Meerwasser leben. Auf dem Lande halten es aber nur wenige aus, obgleich Beispiele davon, außer dem in dieser Hinsicht längst berufenen Aale, vorkommen.

Die Lurche sind in beiden Wassergebieten, wie überhaupt die ganze Klasse eine der geringzähligsten ist, nicht eben zahlreich. Außer den schon erwähnten Meerschlangen sind von den vier Ordnungen dieser mit dem Abscheu des Menschengeschlechts beladenen Klasse nur noch einige Schildkröten Seebewohner, während im Süßwasser auch Eidechsen (die Krokodile) und Frösche leben.

Die Vögel, die sangreichen, munteren Lieblinge aller Menschen, sind zwar so sehr wie irgend ein Thier des Wassers bedürftig und fliehen wasserlose Gegenden, aber kein Vogel kann ein Wasserthier genannt werden, so geschickte Schwimmer und Taucher auch viele sind. Gerade die sogenannten Wasservögel, die zum Theil ihr Nest auf dem Wasserspiegel schwimmend zwischen Schilfrohren anbringen, und die ungeschicktesten Flieger, ja einige des Fliegens ganz unkundig sind — gerade sie sind gewissermaaßen gefeiet und gefestigt vor dem benetzenden Elemente; denn wer hätte noch nicht am stolzen Schwane die

Wassertropfen wie Perlen von seinem schneeweißen Kleide ohne es zu benetzen herablaufen sehen, wenn er sich in die kühlende Fluth tauchte. Gewiß, es liegt auch darin ein Grund zu unserer Vorliebe für die Vögel, daß sie wie keine anderen Thiere unter den elegantesten Bewegungen und mit den unverkennbaren Zeichen munteren Behagens fast mit gleichem Erfolge die drei Umgebungsformen beherrschen, in denen überhaupt Thiere hausen können: Wasser, Luft und Erde. Daher auch setzt keine davon der Wanderlust der Vögel eine Grenze. Den Albatroß und andere Flugmeister sieht der erstaunte Seereisende mitten auf der hohen See seine Masten umkreisen, er sieht ihn aber gewöhnlich nicht, wenn er auf den Wogen schwimmend ausruht, wie ich diesen beneidenswerthen Wechsel des Reisefortkommens einmal eine lange Zeit auf dem Mittelmeere von Möven anwenden sah.

Insofern könnten wir manche Vögel Wasserthiere nennen, als das Wasser, nämlich das Meer, ihnen alleinige Quelle ihres Lebensunterhaltes ist. Das sind besonders die hochnordischen Vögel, welche von den nackten, todten Felsenklippen, welche aus dem Meere aufstarren, nichts weiter erwarten, als ein Plätzchen, um auf einige Federn ihrer Brust gebettet ihre Eier dahin legen zu können, wo sie doch vor den gierigen Händen des Menschen nicht sicher sind.

Die Säugethiere endlich, die Klasse der Reminiscenzen, enthält in den Walen des Meeres eine auch dem Süßwasser nicht ganz mangelnde Fischreminiscenz, welche sich in den Walrossen und Robben allmälig in den Säugethiergedanken ummodelt. Im Süßwasser können wir die Ottern, den Biber, die Wasserspitzmaus, die Wasserratte und einige andere noch weniger als jene Wasserthiere nennen, da auch sie nur Luft athmen können und wie jedes andere Luftthier im Wasser ersticken. Sie sind eben nur Wasserbewohner und zwar mehr oder weniger ausschließliche und demnach unserem Abschnitte zugehörig.

Nannten wir oben den Einfluß des Meerwassers im Gegensatze zu dem vereinfachenden des Süßwassers einen solchen, welcher eine größere Mannichfaltigkeit der Formen bedingt, so muß dem nun noch hinzugefügt werden, daß das Meerwasser seinen Einfluß auch auf die Schönheit an Form, Stoff und Farbe befördernd ausdehnt. Die meisten Süßwasser-Thiere, die im Meere Verwandte haben, stehen diesen hierin bedeutend nach.

Am auffallendsten ist dies bei den Weichthieren und bei den Muschel-

thieren. Jedermann kennt aus den beliebten „Conchyliensammlungen" die unnachahmliche Eleganz der Kalkgehäuse dieser meerbewohnenden Thiere, während wir deren Verwandte in unseren Teichen und Flüssen meist eben deshalb nicht kennen, weil ihre unscheinbaren Gehäuse unseren Schönheitssinn nicht für sich gewinnen. Ein Stoff, welcher an Weiße und Festigkeit unser Porzellan übertrifft, ist in die ebenmäßigsten Formen gegossen und mit den zartesten Farben und Zeichnungen in Roth, Gelb, Braun, Violett, Schwarz bedeckt oder schillert in den glänzendsten Regenbogenfarben, so daß sich die tändelnde Liebhaberwissenschaft der Sammler einst darin gefiel, den reizenden Gebilden alle nur ersinnlichen Ehren- und Schmeichelnamen beizulegen und sie doppelt und dreifach mit Gold aufzuwiegen. Nur selten findet sich an den Schnecken- und Muschelschalen der süßen Gewässer eine ähnliche Farbenpracht, während von ihnen die Formenschönheit der Seeconchylien niemals erreicht wird. Der Grund dieser Verschiedenheit kann nur in der chemischen Beschaffenheit des einen wie des andern Wassers liegen und wäre durch, meines Wissens bisher noch nicht vorgenommene, Analysen der Schalen von See- und von Süßwasser-Weichthieren wahrscheinlich zu entdecken.

An Stelle unserer unscheinbaren Süßwasserkrebse wimmelt es auf dem Meeresgrunde von einem Heere von Krabben, deren Farbenglanz mit der Bizarrerie ihrer Formen um den Vorrang streitet; für unsere wenigen Ringelwürmer des Süßwassers, die sich beinahe auf die unansehnlichen Egelarten allein beschränken, bewohnen den schlammigen Meeresgrund eine Menge Nereiden, die großentheils ein sehr buntes Farbenkleid tragen, welches sich bei der Seeraupe sogar zu einem regenbogenfarbigen Haarpelz erhebt.

Das sonst an Meerthieren seltene Grün findet sich an vielen Fischen in der prachtvollsten Reinheit neben nicht minder reinem Blau, Violett, so wie allen Tönen von Roth und Gelb, so daß man viele Fische die Papageien des Meeres nennen könnte. Unter den in bescheidene Farben gekleideten Süßwasserfischen ist der Goldfisch — der einzige aus einer großen Ferne, aus China, in Europa eingeführte Fisch — eine der selteneren schmuckvollen Ausnahmen.

Diese Andeutungen mögen uns beweisen, daß ganze Thierklassen, die in beiden Arten des Wassers Vertreter haben, im Meerwasser im Allgemeinen eine größere Schönheit der Farben und auch der Formen erreichen.

Wir haben nun zu fragen, ob wir sowohl in der Pflanzen- wie in der Thierwelt charakteristische Gruppen im Wasser finden. Eine flüchtige Erwägung der ganz anderen Bedingungen, welche der Wasseraufenthalt gegenüber dem Aufenthalte auf dem Lande darbietet, läßt dies von vornherein vermuthen und wir finden es an vielen Punkten des Pflanzen- und Thiersystems bewahrheitet. Sehen wir uns deshalb im Pflanzenreiche um, und bleiben wir zunächst bei den Süßwasserpflanzen stehen, unter denen wir noch viele Blüthenpflanzen fanden, so finden wir eine kleine Familiengruppe, welche L. Reichenbach in seinem geistreichen Pflanzensystem ganz passend mit der Benennung Limnobien, Landseebewohner, zusammenfaßt. Es sind die Familien der Laichkräuter, Potamogetonen, der Arongewächse, Aroideen, der Rohrkolben, Typhaceen, der Wasserliesche, Alismaceen, und der Nixenkräuter, Hydrochariden.

Diese Gewächse, auch systematisch verwandtschaftlich innig unter einander verbunden, bilden zugleich die unterste Stufe der Blüthenpflanzen. Nur wenige derselben, in Deutschland nur die Aronswurz, Arum maculatum, vermögen fern vom Wasser in dem feuchten Schatten des Waldbodens zu gedeihen, beinahe alle verlangen sie den Standort im Wasser selbst.

Wir alle kennen den eigenthümlichen Charakter, den diese Pflanzen einer Gegend aufprägen, vornehmlich bedingt durch zwei Erscheinungen ihres Wesens: einmal durch ihre auf dem Wasserspiegel schwimmenden Blätter und daraus emportauchenden Blüthen, einmal durch die Schilfform ihrer Belaubung. Finden sich oft auch eine Menge anderer Pflanzen aus höheren Abtheilungen des Systems ihnen beigesellt, so vermögen diese doch nicht, jenen Charakter zu beeinträchtigen. Es ist der des Sumpfes.

Für das Meer bilden die Tange noch viel bestimmter, als die Limnobien und die Algen für das süße Wasser, einen botanischen Charakter. In dem malerischen Hafenbassin von Cartagena sah ich ganze düster gefärbte Tangwälder von großer Ausdehnung braune Wolken auf dem Meeresspiegel abzeichnen, weil es vielen Tangarten eigenthümlich ist, gesellig zu wachsen und keine anderen Arten zwischen sich aufkommen zu lassen. Dabei erkennt auch der, der Tange zum ersten Male sieht, in ihnen sofort eine ganz eigenthümliche Pflanzengruppe. Abgesehen von denen, welche die größte Aehnlichkeit mit den pflanzenartigen Polypenstöcken haben, weichen auch diejenigen, welche das

Grün oder die Gestalt der Blätter von Blüthenpflanzen nachahmen, durch den Mangel an Blüthen und von dem Unkundigen dafür anzusprechenden Fruchtbildungen und durch ihre pergamentartige, schlüpfrige Beschaffenheit ihrer Masse ganz eigenthümlich von allen Land- und Süßwasserpflanzen ab.

Der zoologische Charakter der Wasserwelt liegt natürlich zunächst und unzweifelhaft in der Klasse der Fische, und das süße Wasser hat außer ihnen auch nur noch etwa in den Muschelthieren einen zweiten charakteristischen Zug. Die Zahl der Krebsthiere ist im süßen Wasser viel zu unbedeutend, um ihnen einen bemerkenswerthen Zug zu verleihen.

Dagegen fehlt es der Thierwelt des Meeres nicht an zahlreichen und manchfaltigen Eigenthümlichkeiten. Fangen wir damit wieder von unten an, indem wir die Fische als Grundzug der Wasserthierwelt überhaupt eben schon vorweg genommen haben, so erkennen wir in den Polypen und namentlich in den Korallen bildenden, welche die große Mehrzahl sind, den ersten beinahe ausschließlichen Charakterzug der Meerthiere. Wenn die Tange die Wälder des Meerbodens bilden, so bilden die Polypen die Gärten desselben. Namentlich sind es in unseren Meeren die Seeanemonen (Aktinien), welche, einer Asterblüthe nicht unähnlich und in den leuchtendsten Farben prangend, die finstere Stirn der Klippen unter dem Meeresspiegel mit Blumen schmücken. Die Korallenpolypen sind stets sehr klein, aber verbreiten durch ihre Menge dennoch ihre eigene schöne Farbe über den ganzen Polypenstock, dessen Kalkmasse oft selbst eine lebhafte Färbung besitzt. Die geologische Bedeutung dieser lange Zeit so räthselvollen Wesen haben wir früher kennen gelernt (S. 215). Es diene uns jetzt noch als Maaßstab für die zu jenen ungeheuren Korallenriffen erforderlich gewesene Zeit, daß man in einigen Fällen die Werke der Korallenpolypen von einer gewissen Zeit kennen lernte. Man fand einigemal verloren gegangene Anker wieder auf, von denen der eine 40 und der andere 85 Jahre in für den Korallenbau durchaus günstiger Tiefe, von 15 und 132 Fuß, auf dem Meeresgrunde gelegen hatten und doch nur erst von einer dünnen Korallenschicht überzogen waren.

Nächst den Polypen bilden und zwar noch ausschließender die Quallen oder Meernesseln, Akalephen, einen charakteristischen Zug in der Thierwelt des Meeres, die ich schon vorhin die Infusorienriesen des Meeres nannte. Die äußere Gestalt dieser Thiere gleicht bei den einen einem gestielten Hutpilze,

bei den andern einer Gurke, oder selbst einem schillernden Atlasbande, bald glaubt man ein künstliches Quastenbehänge des Posamentiers oder eine befranste Kokarde oder einen aus glasartiger Gallert bestehenden Würfel vor sich zu haben und immer ist es ein zarter gallertartiger Stoff, aus dem diese abenteuerlichen Gebilde bestehen, oft in den prächtigsten Farben schillernd. Meyen sagt von einem derselben: „es wird wohl selten ein Seefahrer durch die tropischen Meere fahren, ohne die Caravelle (Physalia Caravella) einzufangen und sich die Hände daran zu verbrennen.“ Die Quallen, auch Medusen genannt, tragen nämlich den Namen Meernesseln von ihrer Eigenschaft, auf der Haut wie die Brennesseln einen, nur noch viel heftigeren, brennenden Schmerz hervorzubringen. Meyen erzählt einen Fall, daß ein junger Matrose, um dessen nackten Leib eine Caravelle ihre nesselnden Fäden geschlungen hatte, in ein Fieber mit Raserei verbunden verfiel und dem Tode nahe gebracht wurde. Die Klasse der Akalephen zeigt sich nicht blos als dem Meere eigenthümlich, sondern auch dadurch für uns an dieser Stelle unserer Betrachtungen bedeutungsvoll, daß in keiner mehr, kaum in einer anderen in gleich hohem Grade, die unerschöpfliche Gedankenfülle des gestaltenden Lebens des Meeres sich bewährt. Der Begriff der thierischen Gestalt, wie er sich namentlich in uns Binnenlands-Bewohnern ausgebildet hat, zeigt sich bei vielen dieser Thiere so gänzlich unanwendbar, daß es bei vielen fast zur Unmöglichkeit wird, sie zu beschreiben, und man sich weigert, sie für thierische Wesen zu halten.

Früher wurden mit ihnen einige, jetzt zu den Polypen gestellte Thiere, die vorhin erwähnten Aktinien, und die nun folgenden Seesterne oder Stachelhäuter, Echinodermen, zusammen in eine Klasse unter dem Namen der Strahlthiere, Radiaten, verbunden, weil in den meisten dieser Thiere eine von einem Mittelpunkte ausgehende strahlige Anordnung der Körpertheile bemerkbar ist. Die Seeigel und Seesterne, die jetzt als Echinodermen eine eigene Klasse bilden, sind ebenfalls dem Meere ausschließend eigen und mithin ein charakteristischer Zug im Bilde der marinen Thierwelt. Während man ihrer Zartheit wegen die Quallen in keiner Weise für Sammlungen zubereiten kann, sind dagegen die mit einer kalkigen Schale bedeckten Seesterne meinen Lesern und Leserinnen in Sammlungen gewiß schon oft zu Gesicht gekommen und können also jetzt als bekannt unbeschrieben bleiben.

Die schon genannten Ringelwürmer, die Muschelthiere und die Weich-

thiere sind schon als nicht ausschließend meerbewohnende Thierklassen, aber als solche genannt worden, welche im Meere ihren Höhepunkt erreichen. Alle drei gewinnen im Meere einen Zuwachs an Familien und Ordnungen, welche dem Süßwasser und dem Festlande, so weit sie sich auch auf letzteres ausdehnen, abgehen, und man kann sagen, daß sie erst im Meere recht zu Hause sind.

Die Ringelwürmer haben im süßen Wasser aus der großen Ordnung der Borstentragenden, Setigeren, nur den Regenwurm und einige ihm verwandte Gattungen aufzuweisen, während diese Ordnung im Meere so reich entfaltet ist, daß man geneigt sein könnte, in ihr einen Charakterzug der Meeresfauna zu erkennen. Viele Würmer dieser Ordnung bauen sich aus Sandkörnchen, Steinchen und kleinen Schneckenschalen oder aus einer von ihnen ausgeschiedenen Kalkmasse wie die Schnecken röhrenförmige Gehäuse.

Die in unseren süßen Gewässern und auf dem Lande nach einem so übereinstimmenden Typus gebildeten Weichthiere, gewöhnlich Schnecken genannt, nehmen im Meere so abenteuerliche Formen des Thieres und so künstlich gebildete Gehäuse an, daß man auch darin einen Beleg für das viel freiere Walten der Formen-Ausprägung im Meere im Vergleiche zum süßen Wasser und, bezüglich dieser Thiere, auch dem Festlande erkennen muß. Namentlich tritt zu dieser außerordentlich artenreichen Klasse die Ordnung der Kopffüßler, Cephalopoden, hinzu, die man nach einer alten Mode hier und da noch Tintenfische genannt findet und deren geringes Ueberbleibsel eines Kalkgehäuses — welches in dieser Ordnung nur noch bei dem Nautilus und einigen wenigen anderen Arten vollkommen ausgebildet vorhanden ist — wir als Wallfischschuppe, os sepiae, alle kennen. Die ganze Ordnung ist übrigens in der gegenwärtigen Epoche unseres Erdlebens auf eine geringe Zahl von Gattungen und Arten zusammengeschmolzen, während sie in früheren Epochen in außerordentlicher Manchfaltigkeit und Menge der Formen die Meere bevölkerte; denn wir finden in den Schichten der ältesten und noch häufiger in denen der mittlen Gebirgsformationen die versteinerten Ueberreste von vielen Hunderten untergegangener Kopffüßler, welche andeuten, daß diese auch jetzt noch bizarre Thiergruppe es einst in noch viel höherem Grade gewesen ist.

Dasselbe gilt von einer Ordnung der Muschelthiere, den Armfüßlern, Brachiopoden, von der in unseren heutigen Meeren auch nur noch einige

wenige Ueberlebende verblieben sind, während sie in den ältesten Schichten in großer Menge und Mannigfaltigkeit auftreten. Den süßen Gewässern fehlen die Armfüßler gänzlich und ebenso auch die kleine Ordnung der Flossenfüßler, Pteropoden, welche letztere jedoch in den Versteinerung führenden Schichten noch nicht nachgewiesen ist.

Konnten wir auch die Krebsthiere oder Krustaceen nicht als ausschließendes Eigenthum des Meeres bezeichnen, so hat es doch dieser Thierklasse eine höchst merkwürdige Ordnung hinzugebildet, welche lange Zeit ihrer systematischen Bedeutung nach verkannt geblieben ist. Dies sind die Rankenfüßler, Cirripeden, deren Krebsnatur vielleicht blos deshalb nicht erkannt wurde, weil diese sonderbaren Thiere kalkige Gehäuse bewohnen, wie die Schnecken und Muschelthiere, mit deren Gehäusen die der Rankenfüßler auch lange Zeit in den Sammlungen vermengt wurden. Diese mehr oder weniger kegelförmigen Gehäuse bestehen aus mehreren Stücken und sitzen immer auf andern Gegenständen fest. So findet man sie z. B. sehr oft auf den Austerschalen aufsitzend. Weil das Gehäuse der größten Art dieser Thiere an Farbe und Gestalt einige Aehnlichkeit mit manchen Blumenzwiebeln hat, nennt man sie Seetulpen. Andere heißen Seepocken, weil sie, z. B. Coronula diadema und Tubicinella Balaenarum sich auf der Haut der Walfische ansiedeln.

Daß die Insekten dem Meere fehlen und die wenigen Seeschlangen*) der Thierwelt des Meeres keinen auszeichnenden Charakter verleihen können, ist schon gesagt worden. Dagegen erleidet der Typus der Säugethiere, der wesentlich dem Lande angehört, im Meere eine so tief eingreifende Umgestaltung, daß dadurch die Fauna des Meeres einen eigenthümlichen Zug erhält, und dies zwar um so mehr, als unter den Meer-Säugethieren die größten Thiere überhaupt sich finden. Sie stehen an der untersten Grenze des Thierreichs und zerfallen in die zwei Ordnungen der Wale, Cetaceen, und in die der Robben oder Flossenfüßer, Pinnipedien. Neben der allgemeinen fischartigen Gestalt, welche sich aber bei den echten Robben schon sehr verliert, haben sie nur das mit einander gemein, daß gemäß ihrem Elemente ihre Füße in Flossen, bei ihnen vielmehr Finnen genannt, umgewandelt sind,

*) Daß die große Seeschlange par excellence und der Kraken in das Gebiet der Märchenwelt zu verweisen sind, bedarf für meine Leser wohl keiner weiteren Bemerkung.

deren die Wale blos vordere und zuweilen noch eine auf dem Rücken, die Robben vordere und hintere besitzen. Außerdem kommt den Walen noch eine Schwanzflosse zu, welche horizontal und nicht, wie bei den Fischen, senkrecht steht. Wenn auch in der Naturgeschichte dieser Thiere Manches noch nicht hinlänglich erforscht ist und überhaupt noch manche Art unentdeckt sein mag, so sind sie doch bekannt genug, um jetzt ohne genauere Nachweise die Bemerkung zuzulassen, daß sie vom Walfische bis zu den echten Robben eine Reihe sich immer mehr den Landsäugethieren nähernder Formen bilden und sich in den letzteren sogar über die zunächst höheren Säugethiere — die Vielhufer mit den Elephanten, Nashörnern, Tapiren u. s. w. — hinweg unmittelbar an höhere vollkommnere Formen der Säugethiere anschließen, namentlich hinsichtlich ihres Gebisses. Man kann also in diesem Sinne und auch in dem, daß die Robben gern an das Land gehen, sagen, daß in der Reihe der Meersäugethiere ein Bestreben sich kund giebt, das Säugethier vom Wasserleben zu dem Landleben emporzuheben.

Nach dieser Skizze der dem Wasser angehörenden Thier- und Pflanzenwelt wenden wir uns nun zu der geographischen Vertheilung derselben und nach den verschiedenen Tiefenstufen, in welchen die einen oder die anderen das Meer bewohnen.

Es ist eins von den wenigen Naturgesetzen, dessen Nothwendigkeit macht, daß man, ohne darüber ausdrücklich belehrt worden zu sein, von ihrem Bestehen und ihren Wirkungen durchdrungen ist: daß, je weiter wir von dem Aequator nach den Polen fortschreiten, wir desto mehr die Thier- und Pflanzenwelt in jeder Hinsicht abnehmen und gewissermaßen verfallen sehen.

Hierbei liegt uns die Frage sehr nahe, ob diese Abnahme auf dem Lande und im Wasser gleichen Schritt halte oder nicht, ob also z. B. die Thierwelt von der portugiesischen bis zu der norwegischen Küste auf dem Lande gerade um eben so viel verliere, als in derselben Entfernung in dem Meere oder umgekehrt. Wir werden uns die Frage beantworten können, wenn wir uns daran erinnern, daß im hohen Norden das Land fast das ganze Jahr hindurch in Eis und Schnee starrt und ein kurzer Sommer nur eine geringe lebenerweckende Macht entwickeln kann, während das Meer unter der Eisdecke fortwährend Wärme genug behält, um vielen Thieren und Pflanzen das Leben möglich zu machen. Noch schroffer scheint dieser Unterschied am Südpol zu

sein. Wir wissen, daß der Golfstrom seine warmen Fluthen bis in den hohen Norden ausgießt, von deren Wärme die Küstenländer allerdings ihren Antheil erhalten, aber auch weniger festzuhalten wissen, als das Wasser, welches ein schlechter Wärmeleiter ist. Es läßt sich daher annehmen, daß das Meer an den Polen weniger als das Festland an lebenden Wesen verarmt sein werde.

In Uebereinstimmung mit diesem Verhalten des Meeres steht auch das süße Wasser, indem im hohen Norden die Wassergewächse es sind, welche zuweilen selbst der ödesten Winterlandschaft ihren Schmuck verleihen, wenn das Gewässer von einem vergleichsweise warmen Quell gespeist wird. Dieser braucht natürlich keine hohe Temperatur zu besitzen und würde uns im Sommer sogar noch für einen sehr frischen Quell gelten, wenn er nicht mehr als + 8 bis 10° R. hat, wodurch er aber bei seinem Austritte aus der Erde und auch noch eine Strecke weit in seinem Laufe vor dem Zufrieren geschützt sein würde. Wir sehen namentlich in den Hügelgeländen der Vorberge diese Erscheinung sehr verbreitet. Kleine Quellbäche ziehen da oft begrünte Linien durch die tief beschneiten Fluren oder runde grüne Plätze bezeichnen mitten im Schnee den Sieg des mit einigen Wärmegraden gewappneten Wassers über die Macht des Winters. Daher sind unter den Pflanzen der Polarländer die verhältnißmäßig größere Anzahl Wasser- oder wenigstens Sumpfpflanzen und Versumpfungen und Moore in dem hohen Norden eine sehr verbreitete Erscheinung.

Dieses Verhalten des Süßwassers nach den Polen hin wiederholt sich mit derselben Wirksamkeit auf bedeutenden Höhen, d. h. auf hohen Bergen bildet das Wasser ebenfalls den Vermittler für ein höheres Emporsteigen des organischen Lebens. Dabei scheint aber ein wesentlicher Unterschied zwischen Gletscherbächen und Quellbächen zu bestehen. Das Wasser der ersteren übt keinen begünstigenden Einfluß auf das Pflanzen- und Thierleben aus, was weniger in den Wärmegraden als in anderen Eigenschaften des Gletscherwassers zu liegen scheint. Dagegen ruft jeder Alpenquell einen reicheren Pflanzenwuchs hervor und veranlaßt auf kleinen Ebenen, über die sein Lauf geht, Versumpfungen, auf denen namentlich die Moose eine große Rolle spielen.

Wenden wir unsere Aufmerksamkeit auf die Pflanzen und Thiere, wie

sie sich in den süßen Gewässern von Deutschland aus bis nach dem Südrande Europa's in ihrem Vorkommen zeigen, so scheint darin nach meinen eigenen, allerdings beschränkten Wahrnehmungen in Spanien — bis Cartagena und Malaga — kein so durchgreifender Wechsel Statt zu finden, als auf dem Lande. An den genannten Orten sowie bei Valencia und Murcia fand ich in den Bewässerungsgräben und in Landseen neben südlichen noch ziemlich viel deutsche Arten von Thieren und Pflanzen, und auch was die Fülle der Vegetation und der Thierwelt betrifft, ist kaum eine Steigerung bemerkbar. Die mir unbekannten norddeutschen Landseen mögen nach den Beschreibungen zum Theil, wenn sie keine zu große Tiefe haben, ebenso durchaus von Wasserpflanzen erfüllt sein, wie ich es an dem prachtvollen Landsee Albufera bei Valencia fand, wo man im Nachen bald in Schilfgassen fährt, bald auf dem weiten klaren Wasserspiegel kaum zwei Fuß unter sich einen grünen Teppich von feinen Laichkräutern und Armleuchtern (Chara) ausgebreitet sieht. Vor unserem weniger heißen Sonnenstrahle hat dort vielleicht die Algenwelt einen Vorsprung, welche die einige Zoll hoch unter Wasser stehenden Reisfelder in eine gelbgrüne Sammetdecke verwandelt, aus welcher die zarten, dunkler grünen Grasblätter der ziemlich weitläufig stehenden Reisstöcke hervorragen.

Je weiter wir dann nach dem Aequator fortschreiten, desto mehr wird allerdings der Unterschied der Pflanzen und Thiere der süßen Gewässer zunehmen. Allein es muß dabei eine Erscheinung störend einwirken, die wir nicht übersehen dürfen. Diese beruht darin, daß in den heißen Erdgürteln theils wegen der scharfen Scheidung einer Regen- und einer trocknen Zeit, theils wegen der das Vertrocknen kleinerer Gewässer schneller bewirkenden größeren Hitze, den Wasserpflanzen oft die Gelegenheit zu ihrer dauernden Ansiedlung mangeln muß, die sie in einem gemäßigten Klima haben. Allerdings mag dieser Uebelstand in vielen Fällen ganz oder theilweise dadurch ausgeglichen werden, daß die Samen und Wurzeln der Wasserpflanzen im hartgetrockneten Boden die trockne Jahreszeit überdauern können, wie auch viele Wasserthiere, selbst die größten, wie Kaimans, sich in der trocknen Jahreszeit tief in den austrocknenden Schlamm vergraben und dort einen Sommerschlaf wie unsere Hamster und Dachse einen Winterschlaf halten.

Vergleichen wir die Süßwasser-Thiere und Pflanzen der heißen Klimate mit denen der gemäßigten, so finden wir zwischen ihnen nicht den großen

Abstand wie bei den Geschöpfen des Landes und des Meeres in den gleichen klimatischen Abständen. Als ein Beispiel diene die vielgepriesene Victoria regia der Flüsse des tropischen Guiana und die ihr so ganz nahe verwandte weiße Seerose, Nymphaea alba, unserer Teiche. Bei den Muscheln und Schnecken, Insekten, Crustaceen und Fischen findet dasselbe Verhältniß Statt.

Bei dem ungetrennten Zusammenhange aller Theile des Weltmeeres könnten wir geneigt sein, wenigstens bei denjenigen Thieren eine ziemlich gleichmäßige Verbreitung in demselben zu vermuthen, welche eine freie Ortsbewegung haben. Diese Vermuthung könnte noch darin eine Stütze finden, daß die chemische Beschaffenheit des Meerwassers weit geringeren Schwankungen unterliegt, als die süßen Gewässer, und daher den Seegeschöpfen von dieser Seite überall die gleichen Lebensbedingungen geboten sein würden. Dennoch ist es anders, und im Meere giebt es eben so gut abgegrenzte Floren- und Faunen-Gebiete, wie auf dem festen Lande.

Die nächste Veranlassung zu einer Verschiedenheit in dem Grade der Entwickelung und in dem Reichthum der Formen der Thier- und Pflanzenwelt in den verschiedenen Gebieten des Meeres liegt in der Verschiedenheit der Wärme. Diese ist selbst in einem weiten, von Inseln nicht unterbrochenen Meere nicht lediglich von der geographischen Breite abhängig, nicht einmal, was bei einer durchaus gleichmäßigen, vollkommen horizontalen Fläche anzunehmen berechtigt scheint, am Meeresspiegel selbst; denn wir haben früher (S. 275) erfahren, daß der Gürtel der höchsten Wärme — zwischen 27 und 32° R. — für das Meer keineswegs mit dem Aequator zusammenfällt. Ebenso ist uns bekannt, daß die Wärme, welche der Meeresspiegel von der Sonne empfängt, nicht gleichmäßig nach der Tiefe zu abnimmt, sondern daß oft unmittelbar auf eine sehr erwärmte obere eine untere kalte folgt, ohne daß an der Grenze beide Temperaturen allmälig in einander übergehen.

Maury nennt die „ungeheuren Massen warmen Wassers, das in der Mitte des stillen und indischen Oceans angesammelt ist", „den fruchtbaren Schooß der Erde"; und Forbes, der emsigste Forscher auf dem Gebiete „der Vertheilung des oceanischen Lebens" sagt: „hier ist das Reich der Riffe bildenden Korallen und der wunderbar prächtigen Versammlung von Thieren, mit oder ohne Wirbebein, die unter oder von ihnen leben; die glänzendsten Farbenkontraste entfalten sich hier in scharf begrenzten Gruppen. Hier ist der Sitz

der ausgedehntesten Entwickelung der Thiergeschlechter des Meeres, die überdies mit allen andern Regionen nur wenige Beziehungen der Identität zeigt. Das rothe Meer und der persische Golf sind seine Sprößlinge."

Mit diesen Wärmeverschiedenheiten des Meeres sowohl nach der Ausdehnung in die Breite als in die Tiefe stehen die Meeresströmungen im innigsten Zusammenhange, und Beides zusammen muß von wesentlichem Einflusse auf die Vertheilung der Geschöpfe im Meere sein, sowohl in verschiedenen Tiefenstufen desselben, als unter verschiedenen Breiten- und Längengraden.

Da wir ferner den Meeresboden wie das trockne Land aus Berg und Thal gebildet kennen gelernt haben, und wir um uns auf Bergen und in Thälern verschiedene Thiere und Pflanzen antreffen, so können wir ein Gleiches auf dem Meeresboden annehmen, wenigstens dann, wenn die untermeerischen Thäler nicht sehr tief und die entsprechenden Berge sehr seicht unter dem Meeresspiegel liegen (S. 243).

In sehr inselreichen Meeren bedingen die theils getrennten, theils als Bergrücken zusammenhängenden Füße der Inseln ohne Zweifel mancherlei eigenthümliche Oertlichkeitsverhältnisse, so daß wir auch hierin verschiedene Anlässe zu der Vertheilung der Meeresgeschöpfe erblicken dürfen. Vielleicht vermögen auch große Flüsse vor ihrer Mündung einen Einfluß auf die Belebung des Meerwassers auszuüben, wie man bereits einige Thiere und Pflanzen als dem Brackwasser angehörig erkannt hat.

Von vielen Seefischen ist es bekannt, daß sie auch im süßen Wasser leben können und einige steigen zur Laichzeit regelmäßig in die Flüsse. Für die meisten, namentlich niederen Seethiere jedoch ist das Süßwasser ein tödtendes Gift, in welchem sie sofort sterben, während sie, wie z. B. die Seeanemonen, die ärgsten Verstümmelungen, längere Austrocknung und hohe Hitzgrade ohne Nachtheil für ihr Leben aushalten.

Die Algen des Meeres, deren vollkommnere Formen wir Tange genannt haben, sind von den Polen bis zum Aequator verbreitet und die einzelnen Gattungen und Arten, selbst ganze Familien ausschließend oder wenigstens vorwaltend auf bestimmte Gebiete gewiesen. Doch giebt es auch einzelne Kosmopoliten unter ihnen, z. B. die schöne, salatgrüne Ulva Lactuca, welche an der norwegischen Küste, im Mittelmeere, an Vandiemens-Land, wie an den Küsten von Brasilien und Peru und zwar überall ganz gleich vorkommt. Die

zoospermischen Algen gehören vorwaltend der polaren Zone, die schönen bunten Florideen der tropischen Zone an, obgleich von den ersteren sehr viele Arten an allen Theilen der Erde gleich vorkommen, was namentlich auch von den bekannten grünen, fadenförmigen Conferven gilt, die überall fast dieselben sind. Aus der dritten Algenfamilie, den Phykoideen, welche zwar in den warmen Meeren am liebsten heimisch sind, spielen etwa 15 Arten Fucus und Laminaria in den britischen Meeren durch ihre ungeheure Menge und ihre ansehnliche Größe eine große Rolle, obgleich sie nur einen kleinen Theil der dort vorkommenden Arten ausmachen. Das schon mehrmals erwähnte Sargasso-Meer wird zum großen Theile von dem Sargassum bacciferum gebildet, welches wirklich freischwimmend wächst.

Hinsichtlich der Art des Vorkommens der Polypen haben wir wenigstens über deren senkrechte Verbreitung bereits erfahren, daß sie an gewisse Tiefenstufen gebunden sind und die riffbauenden gewöhnlich nicht tiefer als 120—150 Fuß und nur wenige Arten bis 1620 Fuß tief leben können. Der niedrigste Wärmegrad, den die Polypen wenigstens noch verlangen, scheint + 12° R. zu sein, wenigstens sind in Meeren mit geringerer Wärme bis jetzt noch keine gefunden worden.

Den eigentlichen Heerd der Polypen habe ich kurz vorher mit Maury's und Forbes' Worten bezeichnet. Von ihm aus wird beiderseits nach den Polen hin ihr Vorkommen immer spärlicher. Daß selbst in unmittelbar benachbarten Meeren nicht oder nicht durchgängig dieselben Arten vorkommen, haben wir schon bei der Betrachtung der Riffbildung erfahren. Doch finden sich auch solche Polypen, welche wenigstens in nahe verwandten Arten eine sehr große Verbreitung zeigen. Besonders reich an Korallenpolypen ist das Rothe Meer, wo Ehrenberg mehr als ein Viertel aller bekannten Arten vorfand. Das nur durch die Landenge von Suez davon getrennte Mittelmeer hat, einige Seeanemonen abgerechnet, keine Polypenart mit dem Rothen Meere gemein. Die wichtigste und deshalb vorzugsweise Koralle genannte Art, die rothe Edelkoralle, Corallium rubrum oder Isis nobilis, ist bis jetzt nur im Mittelmeere, namentlich zwischen Frankreich, Spanien und Afrika gefunden worden.

Dieselben Bedingungen, welche der Entwickelung der Korallenpolypen besonders günstig sind, rufen gewöhnlich auch eine besonders reiche Entfaltung der übrigen niederen Seethiere hervor und auch die Fischklasse zeigt in jenen

heißen Himmelsstrichen einen großen Reichthum an Farben und Formen. Es ist daher die Welt der Seethiere und Pflanzen besonders geeignet, den außerordentlichen Einfluß der Wärme auf die Entwickelung belebter Wesen darzuthun, denn außer der höheren Erwärmung hat in jenen Himmelsstrichen das Meerwasser wohl kaum eine erhebliche Verschiedenheit seines chemischen Charakters von mehr nach den Polen hin gelegenen Meeresgebieten.

Die Quallen oder Meernesseln finden sich in allen Meeren und scheinen trotz ihrer Zartheit weiter nach den Polen hin vorzudringen, als die Polypen. Ihr Erscheinen ist aber in vielen Fällen wohl ein nicht ganz freiwilliges, indem sie von den Meeresströmungen mit fortgerissen werden. Dann trifft sie der Seefahrer zuweilen in unermeßlichen Heerden an, die man, an die Austern denkend, bewegliche Bänke nennen möchte, durch welche das Schiff Tage lang hindurch segelt. Nur bei hellem und ruhigen Wetter kommen sie an die Oberfläche, während sie bei stürmischem, trübem Wetter in den Tiefen des Meeres Schutz suchen. Ueber die Verbreitung der einzelnen Gattungen und Arten ist aber bei den Quallen wie bei den Stachelhäutern (Seesternen und Seeigeln) noch wenig Ausführliches bekannt, obgleich anzunehmen ist, daß sie wie alle oder wenigstens die meisten Seegeschöpfe ebensowohl wie die des festen Landes feste Wohnplätze, wo sie wesentlich heimisch sind, haben werden. Es steht zu erwarten, daß der namentlich durch Maury und einige andere neuere Nautiker der Schifffahrtskunde eingehauchte wissenschaftliche Einhelligkeitsgeist auf dem Gebiete der zoologischen und botanischen Geographie das nur noch äußerst geringe Wissen vom Leben des Meeres vermehren werde. Wir wollen uns daher nicht tiefer einlassen, sondern nur noch Einiges von der Verbreitung der am höchsten entwickelten Seethiere anführen.

Hier ist zunächst das Wandern vieler Seefische hervorzuheben, wovon das Emporsteigen mancher in die Ströme des Laichens wegen schon erwähnt worden ist. Ueber die angebliche Wanderung des wichtigsten aller Fische, des Härings, hatte der Amerikaner Gilpin genaue Nachforschungen angestellt und demselben eine förmliche jährliche Rundreise zwischen Europa und Amerika zugeschrieben. Die Ergebnisse dieser paßpolizeilichen Recherchen zerfielen aber in nichts, da sich die Identität des Vagabunden nicht herausstellte, indem der an den nordamerikanischen Küsten erscheinende Häring eine besondere Art, Clupea elongata, nicht der europäische Häring, Clupea Harengus, ist.

Vielleicht ist der Häring nicht einmal ein eigentlicher Zugfisch, sondern sein periodisches Erscheinen in unermeßlichen Schaaren beruht vielmehr darauf, daß er für gewöhnlich rings um die Küsten in den Tiefen des Meeres lebt und nur zur Laichzeit an die Oberfläche kommt.

Ueberhaupt ist über das Wandern oder über den Zug der Fische noch sehr wenig Sicheres bekannt und es besteht zwischen den Zugfischen und den Zugvögeln der bemerkenswerthe Unterschied, daß erstere nicht im Herbste, wie die Zugvögel, sondern im Frühjahre aus den kalten in die warmen Gegenden ziehen.

Trotz der freiesten Ortsbewegung, in welcher die Fische den Vögeln gleichstehen, wenn nicht sie noch übertreffen, sind doch die Seefische keineswegs in ihrem Vorkommen weit verbreitet, sondern oft an sehr beschränkte Wohnplätze gebunden, und Kosmopoliten giebt es nur sehr wenige unter den Fischen. Das Mittelmeer hat eine große Zahl ihm eigenthümlicher Arten, obgleich es einige mit der Nordsee gemein hat. Die Süßwasserfische bilden etwa ein Viertel der Klasse und gehören zumeist den drei Weichflosser-Familien der Salme, der Welse und der Karpfen an; die Stachelflosser des Süßwassers machen noch nicht den dreißigsten Theil der Klasse aus. Die für uns Binnenlandsbewohner die meiste Bedeutung habenden karpfenartigen Fische gehören fast ausschließend der östlichen Halbkugel an.

Von den Fischen, welche ihr Element auf einige Zeit verlassen können, ist außer dem schon erwähnten Aale besonders noch der in ganz Ostindien vorkommende Kletterfisch, Anabas scandens, zu nennen, der vermittelst kurzer Stacheln an den Kiemendeckeln sogar auf Bäume klettert, wobei er 5 oder 6 Tage außerhalb des Wassers bleiben kann. Eine Art der Gattung Doras kriecht in ganzen Schaaren weite Strecken über Land von einem Gewässer nach einem anderen. Die fliegenden Fische, Exocoetus, deren man bereits über 30 Arten kennt, und Dactylopterus vulgaris, sollten vielmehr Luftspringer heißen, denn ihr Flug ist ein Emporschnellen über den Meeresspiegel, wodurch sie allerdings bis 20 Fuß weit in der Luft hinschießen und dabei mit ihren großen Brustflossen flattern. Die beiden bekanntesten Arten sind Exocoetus volitans aus dem Mittelmeere und E. evolans, der in der Nordsee, dem Atlantischen Ocean und in der Südsee lebt. Der Sandaal, Ammodytes

Tobianus, gräbt in dem nur durchfeuchteten Küstensande tief nach Gewürmen.

Maury macht darauf aufmerksam, daß in allen Meeren die schmackhafteren Fische sich in den kalten Meeresströmungen finden, während die der heißen Meere fade und selbst ungenießbar sind. Einen ähnlichen Unterschied kennen wir zwischen den Fischen der klaren kalten Gebirgswässer mit steinigem Grunde und den Fischen der schlammigen Teiche.

Von allen Thierklassen ist die der Lurche oder Amphibien diejenige, welche man eine tropische nennen möchte, weil außerhalb der Wendekreise ihre Zahl nach den Polen hin sehr schnell abnimmt und z. B. in unseren Breiten schon auf wenige Arten beschränkt ist. Dasselbe ist es auf dem Festlande, wie im süßen und salzigen Wasser. Die schon oben erwähnten Wasserschlangen kommen nur in tropischen Meeren vor. Die Schildkröten sind meist Wasserthiere, und zwar mehr im süßen als im Meerwasser verbreitet, da in letzterem, und zwar fast nur in heißen Meeren, blos 4—5 Arten vorkommen, von denen die Carett-Schildkröte, Chelonia imbricata, uns das Schildpatt liefert.

Von besonderem Interesse ist die Verbreitung der Meersäugethiere, namentlich der echten Wale, der größten aller jetzt lebenden und jemals Bewohner der Erde gewesenen Thiere. Es ist wiederum der uns schon so vortheilhaft bekannt gewordene nordamerikanische Marineofficier Maury, welchem die Wissenschaft interessante Notizen über die Lebensweise und Verbreitung dieser Thiere verdankt. Es traten diese dabei als Beweismittel für eine wichtige geographische Streitfrage auf. Die Logbücher von Tausenden von Walfischfahrern wurden durchstöbert und dadurch das Verbreitungsgebiet der Walfischarten genau festgestellt. Es ergab sich, daß der eigentliche nordische Walfisch, Balaena mysticetus, den Aequator niemals überschreitet, denn nie hatte ein Walfischfahrer ihn in den tropischen Meeren angetroffen, von denen Maury sagt, daß sie für den Walfisch gleichsam ein Feuermeer sind, durch welches er nicht hindurch kann, und in welches er nie eindringt. „Auch die Thatsache wurde an den Tag gebracht, daß dieselbe Art Walfische, welche längs der Küsten Grönlands, in der Baffinsbai ꝛc. gefunden wird, auch im nördlichen stillen Ocean und um die Behringsstraße vorkommt, und daß der Walfisch der nördlichen Hemisphäre von dem der südlichen sich wesentlich unterscheidet."

Eine neue, sehr sorgfältig und kritisch ausgeführte Naturgeschichte der

Säugethiere*) unterscheidet in der ersten Familie der Ordnung der **Wale**, der Bartenwale oder Balänodeen, zwei echte Walfische, den nördlichen Balaena mysticetus und den südlichen B. australis und vier Finnfische — mit einer jenen fehlenden Rückenfinne — den langflossigen Finnfisch, Balaenoptera longimana, den Rorqual, Balaenoptera boops, das längste aller Thiere und bis 105 Fuß lang beobachtet, den nur sehr wenig bekannten großmäuligen Finnfisch B. musculus und den kleinsten, Schnabelfinnfisch, B. rostrata.

Die zweite Familie der Wale bilden die delphinartigen Wale, die Delphinodeen, deren Gestalt bekannt ist und welche keine Barten, sondern kegelförmige Zähne in den Kiefern haben. Das größte Thier dieser Familie ist der Pottfisch oder Kaschelot, Physeter macrocephalus, bis 70 Fuß lang, welchem sich die Braunfische, Phocaena, Delphine, Delphinus, und einige andere Gattungen anschließen, unter denen sich zwei Süßwasserthiere finden: Inia amazonicus im Amazonenstrome und dessen großen Nebenflüssen und Platanista gangeticus im Ganges und dessen Delta-Armen.

Die dritte Familie wird allein von dem Narwal Monodon monoceros, des nördlichen Eismeeres gebildet.

Diese drei Familien sind sämmtlich fleischfressende Thiere. Die vierte und letzte, die der Seekühe oder Sirenen, ist pflanzenfressend.

Die zweite Ordnung der Säugethiere fällt ausnahmslos ebenfalls dem Meere zu, es sind die Flossenfüßer, Robben oder Pinnipedien. Sie zerfällt in drei kleine Familien: 1) Walrosse, Trichechoideen, 2) echte Robben, Phocineen und 3) die blos versteinert bekannten Zeuglodonten.

Diese flüchtige Skizze der Meer-Säugethiere, unter welche sich blos 2 Süßwasserbewohner mischten, führte meinen Lesern wesentlich bekannte Formen vor, weshalb ich mich auf die Nennung der Namen beschränken konnte. Die Vertheilung dieser Thiere in dem Meere hat die polaren Zonen reichlicher als die warmen bedacht, obgleich auch diese ihren Antheil haben. Das wichtigste und deshalb am meisten verfolgte, aber eben dadurch in unerwarteter Weise wichtig gewordene Thier ist der nördliche Walfisch. Letzteres wurde er in folgender Weise. Wir erfuhren vorhin, daß er nie die tropischen Meere passirt. Gleichwohl sind einigemal Walfische in dem nördlichsten Theile des

*) Giebel, die Säugethiere, in zoologischer, anatomischer und paläontologischer Beziehung umfassend dargestellt. Leipzig 1855.

Atlantischen Oceans erlegt worden, in denen man von früheren erfolglosen Jagden auf sie Harpunen stecken fand, deren bei den Walfischfahrern gebräuchliche Bezeichnung mit Zeit und Schiffsnamen bestimmt anzeigte, daß sie diese Harpunen in der andern Halbkugel im Norden des Stillen Oceans bekommen hatten. In einigen von diesen Fällen lag nur ein kurzer Zeitraum zwischen dem Tage der Erlegung und demjenigen, der in der Harpune eingegraben war, welche man in dem Walfische stecken fand. Diese Thiere konnten also schon aus diesem Grunde die lange Reise um das Kap Hoorn herum nicht gemacht haben, abgesehen davon, daß sie die heißen Tropenmeere, überhaupt nicht hätten passiren können. Sie mußten also am Nordpole von der westlichen auf die östliche Halbkugel durch das Polarmeer gekommen sein. Dies bewies, daß am Nordpole zwischen Amerika und Europa-Asien kein Landzusammenhang sein könne und daß das beide Kontinent-Massen trennende Meer wenigstens zeitweilig ganz frei von Eis sein müsse; denn da der Walfisch nur eine kurze Zeit des Athmens entbehren kann, so muß er sehr oft an die Oberfläche kommen, um Luft zu athmen, und kann daher unter weiten Eisflächen nicht leben. So würden also diese Walfische das Vorhandensein der so lange gesuchten „nordwestlichen Durchfahrt" beweisen, wenn diese nicht im Sommer 1850 der englische Kapitän M'Clure wirklich entdeckt hätte.

Der Fang dieser Speckthiere, wie man sie wegen ihres wesentlichsten Nutzens nennen möchte, bevölkert im Frühjahre die arktischen und antarktischen Meere mit Tausenden von Schiffen, welche ohne diese Lockung wohl ziemlich verödet sein würden. Seit 1000 Jahren sind diese Riesen mit ihrer pfeilschnellen Beweglichkeit in ihrem ungemessenen, dem Menschen unzugänglichen, Wohnungsräumen dennoch nicht sicher, ja seit dieser Zeit merklich seltner geworden. Wenn sich sonst die etwa 300 Walfischfahrer zwischen dem 77 und 79° N. Br. sammelten, so erlegten sie in 2 Monaten 2000 Walfische; jetzt sind deren zwei ein reicher Erfolg für ein Schiff. Der schon mehrmals mit wissenschaftlichen Ehren genannte Walfischjäger Scoresby ist bei dem Fange von 322 Walfischen persönlich betheiligt gewesen.

Maury hat auf seiner schon erwähnten Strömungskarte auch die Verbreitungsgrenzen des nördlichen und des südlichen Walfisches und des Pottfisches durch Linien angegeben. Auf dem Atlantischen Ocean macht für den nördlichen Walfisch diese Linie einen südwärts bis zum 34° N. Br. reichenden Bo-

gen, dessen Endpunkte die Südspitze von Portugal und die Südwestspitze von Neu-Foundland bilden und welchen der Walfisch südlich nicht überschreitet. Der Walfisch der südlichen Halbkugel steigt höher nach dem Aequator empor, bis in die Breite von St. Helena, so daß er also den Wendekreis des Steinbocks überschreitet. Zwischen beiden liegt das Reich des Pottfisches, dessen polare Grenze die Südgrenze des nördlichen Walfisches als entgegengesetzt gekrümmter Bogen zweimal schneidet, also wesentlich damit zusammenfällt, während die Südgrenze des Pottfischgebietes viel tiefer nach Süden herabsteigt, als die Grenze des südlichen Walfisches aufwärts zum Aequator.

Neben der Untersuchung der Verbreitung der Seethiere in horizontaler Richtung ist von nicht minderem Interesse ihre Verbreitung in senkrechter Richtung. Wie wir im Aufsteigen auf einen hohen Berg immer eine Pflanzen- und Thierwelt einer andern Platz machen sehen, so daß man z. B. am Pic de Teyde auf Teneriffa vier mit der Höhe wechselnde, scharf geschiedene Pflanzengürtel unterscheidet, so ist auch der Meeresboden in ähnliche Gürtel getheilt.

Wenn über dem Meeresspiegel die Thier- und namentlich augenfällig die Pflanzenformen mit der zunehmenden Höhe ihres Standortes in ihrer Ausbildung immer mehr abnehmen, so verhält es sich ähnlich mit ihnen, nur in entgegengesetzter Richtung, unter dem Meeresspiegel.

Um die Erforschung dieser Verbreitungsverhältnisse der Meeresgeschöpfe hat sich besonders der Schottländer James D. Forbes Verdienste erworben durch Untersuchungen, welche er im ägeischen Meere anstellte. Er unterscheidet acht Tiefenstufen oder Zonen jenes Meeres, deren jede durch eine eigenthümliche Ausprägung ihrer Bevölkerung durch Thiere und Pflanzen charakterisirt ist.

Erste Zone. Sie erstreckt sich vom Uferrande bis 12 Fuß unter den Wasserspiegel. In ihr zeigen sich die Seegeschöpfe, namentlich die Polypen, in der höchsten Entfaltung und prägen durch eigenthümliche Formen jenem Theile des östlichen Mittelmeeres seinen besonderen Charakter auf. Die in dieser obersten Zone am stärksten wirkende Macht von Licht und Wärme zeigt sich hierdurch unverkennbar. Der Farbenglanz ihrer Tange, Korallen und Fische und der Formenreichthum der Krustenthiere erinnert an tropische Meere.

Zweite Zone. Sie reicht von 12 bis zu 60 Fuß und zeichnet sich besonders durch große Holothurien aus.

Dritte Zone. Geht von 60 bis zu 120 Fuß und ist eine wenig Eigenthümliches zeigende Uebergangszone, in welcher neben den noch häufigen Holothurien sich namentlich einige Tange und ein Seegras, Posidonia oceanica, auszeichnen.

Vierte Zone. Von 120 bis 210 Fuß. Sie ist besonders reich an Tangen, namentlich den kalkigen, zierlich gegliederten Korallinen und den lange für Korallen gehaltenen Nulliporen. In großer Anzahl kommen die Schwämme, Spongien, vor, von denen einige der schönsten und größten Arten von hier in den Handel kommen.

Fünfte Zone. Von 210 bis 350. Die Tange und Polypen werden seltner, dafür treten Seeigel und Seesterne häufig auf.

Sechste Zone. Von 350 bis 480 Fuß. Nulliporen überziehen den Felsengrund, zwischen und von denen eine Menge Weichthiere leben. Tange sind sehr selten.

Siebente Zone. Von 480 bis 630 Fuß. Wie in der vorigen uberziehen noch Nulliporen den Meeresgrund, die übrigen Seepflanzen und die nackten Weichthiere sind verschwunden, dagegen sind die Seeigel, Seesterne, Krustenthiere und röhrenbauende Ringelwürmer noch häufig, die Polypen dagegen seltner.

Achte Zone. Von 480 bis 1380 Fuß. Mit dem, was Forbes hier fand, steht das im Einklange, was durch Brookes' Senkloth (S. 248) über das Leben der untersten Meerestiefen bekannt wurde. Er fand die kleinen Rhizopoden vorherrschend, von Pflanzen blos die Diatomeen.

Im Bereiche dieser Tiefen fand Forbes, daß diejenigen Thiere und Pflanzen, welche innerhalb eines bedeutenden senkrechten Raumes, d. h. zum Beispiel von 100 bis 200 Fuß Tiefe, überall vorkamen, zugleich solche waren, welche auch eine große geographische Verbreitung haben. In je größerer Tiefe die Thiere lebten, desto unscheinbarer und bläßer war ihre Färbung. Diejenigen Thiere und Pflanzen, welche sich über mehrere jener 8 Zonen erstreckten, erreichten doch immer nur in einer derselben ihre höchste Zahl.

In den Meeren Großbritanniens fand Forbes eine von der ägeischen sehr abweichende Vertheilung der Meeresgeschöpfe, worauf schon die Ebbe und Fluth, die bekanntlich im Mittelmeere sehr gering ist, einen großen Einfluß äußerte. Die oberste Zone ist deshalb viel breiter oder vielmehr tiefer und

zerfällt in 4 Unterabtheilungen, welche durch das Vorherrschen besondrer Tang- und Weichthier-Arten bezeichnet werden. Doch neben den Tiefenverschiedenheiten fand Forbes selbst in der geringen geographischen Ausdehnung jenes Meeresgebietes einige auffallende Verschiedenheiten, indem die Thier- und Pflanzenwelt der Südwestküste von England bedeutend von der des irischen Meeres abwich. Im Allgemeinen zeigten sich dort die Tange, namentlich die großen Laminarien und auch das Seegras außerordentlich vorherrschend und große untermeerische Wiesenfluren bildend.

Namentlich durch Ehrenberg besitzen wir eine Schilderung von dem Leben des Rothen Meeres. Es geht daraus hervor, daß in jenem, zwischen zwei unwirthbaren, fast allen Lebens beraubten Landstrichen gelegenen, Meeresarme die üppigste Pracht der marinen Thier- und Pflanzenwelt entfaltet ist. Besonders die Korallenpolypen und die Schnecken- und Muschelthiere machen dort durch ihren Reichthum und ihre Schönheit den Kontrast der öden Ufer um so fühlbarer, auf denen Wärme ohne Wasser nichts, dagegen beide vereint im Rothen Meere das Höchste leisten.

Es bleibt für diesen Abschnitt blos noch Einiges zu sagen übrig über das Vorkommen von Thieren und Pflanzen unter ungewöhnlichen Wärmeverhältnissen des Wassers. Sowohl in sehr heißem Wasser wie auch im Schnee und Eise finden sich lebende Wesen.

In heißen Quellen von 32 bis 72° R. hat man zarte Algen in freudiger Entwicklung gefunden, z. B. Anabaena thermalis, wie man den ein einzelliges Pflänzchen bildenden Haematococcus nivalis, den rothen Schnee veranlassend, auf dem ewigen Schnee des Poles und der Alpen gefunden hat. Ein kleines Springschwanz-Insekt, der Gletscherfloh, Desoria glacialis, ist auf dem Monte Rosa und auf dem Unteraargletscher gefunden worden, wie man auch in Gebirgsgegenden zur Zeit der Schneeschmelze zuweilen ein ähnliches schwarzes Thierchen von der Größe eines Flohes auf dem eisigen Schneewasser antrifft. Die Infusorien, Rhizopoden und viele kleine Krebsthiere können im Eise einfrieren ohne dadurch getödtet zu werden.

Seltener ist das Vorkommen von Thieren in sehr heißem Wasser, doch hat man kleine Schnecken, aus den Gattungen Paludina und Neritina, in heißen Quellen beobachtet. Auf der Insel Ceylon lebt ein Fisch, Leuciscus thermalis, in einem Brunnen, der eine Wärme von 40° R. hat.

Achter Abschnitt.

Das Wasser als Vermittler des Verkehrs und als Gehülfe der Gewerbe.

Einleitendes; Bedeutung des Meeres für die Vereinigten Staaten; der Congreß von Brüssel; die Pfade der Seefahrer; ein Beispiel davon; Verkehr auf dem süßen Wasser; Siam und China; Bedeutung des Wassers für die Gewerbe.

Wohin segelt das Schiff? Es trägt Sidonische Männer,
Die von dem frierenden Nord bringen den Bernstein, das Zinn.
Trag es gnädig, Neptun, und wiegt es schonend, ihr Winde,
In bewirthender Bucht rausch' ihm ein trinkbarer Quell.
Euch, ihr Götter, gehört der Kaufmann. Güter zu suchen
Geht er, doch an sein Schiff knüpfet das Gute sich an.
Schiller, der Kaufmann.

Eine trennende Kluft und eine verbindende Brücke zugleich hat das Meer seit unvordenklichen Zeiten den Muth des Menschen zum Kampfe herausgefordert, und indem sich dieser immer mehr stählte und neue Waffen erfand, wurde das Meer immer weniger das erste und immer mehr das letztere. Ja der Gedanke ist schon kein eitler mehr, daß Seereisen bald nicht viel gefahrvoller sein werden, als Landreisen.

Wenn es Jedermann einen Genuß gewährt, die ausgebildetsten Werkzeuge und die mit diesen gefertigten Erzeugnisse, die kühnsten und ausgiebigsten Benutzungen der eigenen und der Naturkräfte bis auf ihre ersten Anfänge zu verfolgen, und wenn hierbei der Kenner der Natur hundertmal findet, daß die gepriesensten menschlichen Erfindungen nur Nachahmungen der Natur, wenn auch oft nicht bewußte, sind — so führt dabei der lange Weg durch ein Gebiet, welches einen nicht gering zu achtenden Theil des Kulturganges des

Menschengeschlechtes bildet. Dieses Gebiet ist wesentlich ein naturwissenschaftliches; dies müssen selbst die zugeben, welche die Naturwissenschaft aus einer der wohlbekannten (hier aber besser nicht näher zu bezeichnenden) Ursachen scheel ansehen, oder verfolgen oder selbst tödtlich hassen.

Hat uns schon bis hieher das Wasser oft nahe gelegt, daß unser ganzes Sein Naturgeschichte ist, so können wir, wenn es bisher zuweilen geschehen sein sollte, dies keinen Augenblick verkennen, wenn wir nun das Wasser noch als Vermittler des Verkehrs und als Gehülfe der Gewerbe auffassen. Denn nicht blos das ist Wissenschaft — in diesem Augenblicke für uns Naturwissenschaft — was uns in der Form der abstrakten Lehre geboten wird, sondern auch das, was sich in uns und als Aeußerliches für uns nach ewigen Gesetzen und in ewigem Wechsel gestaltet.

Das Menschenleben in dieser Weise aufzufassen, ist mit nichten, wie Viele wohl mehr glauben machen wollen, als glauben, eine Herabwürdigung desselben; denn was kann es für den Menschen Höheres geben, als im bewußten Einklange mit der Natur leben.

Ziehen wir es doch im Alltagsleben vor, ein willkommnes Geschenk unmittelbar aus der Hand des Gebers zu empfangen, — warum sollten wir die Hand der Natur, die wir nie leer sehen, und die uns stets nahe ist, zurückstoßen.

Das Wort des Dichters: „an's Vaterland, an's theure schließ dich an,“ ist wahrer oder begründeter, als er selbst es ahnte, es ist wahr im Hinblicke auf das Heimathland, welches für uns die Natur ist.

Im Wasser erkennen wir ein Band, was uns an dieses Heimathland knüpft. Das Sprüchwort sagt: „ähnlich, wie ein Wassertropfen dem andern“ — und im Geiste dieser Aehnlichkeit kann jeder Wassertropfen seine Wege auch durch unsere Adern genommen haben, wie durch die Adern der Erde und der Pflanzen, oder getragen von dem Wehen des Windes als unsichtbarer Geist durch das weite Luftmeer. Das Wasser ist es vornehmlich, was uns einfügt in den Kreislauf des Stoffes, den wir als das Leben erkannten.

In der Hoheit seiner Allgegenwart und in der Macht seiner dreifachen Gestalt soll es uns aber nun erst noch recht klar werden, denn überall finden wir es, um unser Leben von der Scholle zu lösen oder unserer Hand weit reichende Kraft zu verleihen.

Sonst finden wir gewöhnlich Ursache zum Staunen über Unerwartetes, wenn wir diese oder jene unserer Kunst- und Gewerbsthätigkeiten bis auf ihre Wurzeln verfolgen und diese in ungeahnet vielen Beziehungen zu den Gesetzen der Natur finden. Umgekehrt ist es bei der Betrachtung des Wassers in den beiden Auffassungen desselben, welche die Ueberschrift ausspricht, denn einige wenige von den ersten Seiten dieser Darstellung reichten hin, um uns mit den Eigenschaften des Wassers bekannt zu machen, durch welche es der Vermittler unseres Verkehrs und der Gehülfe unsrer Gewerbe wird. Indem wir im heißen Sommer ein kühlendes Bad nehmen, macht das wunderbare Element die meisten seiner mächtigen Eigenschaften unserem Leibe fühlbar, ohne daß es uns bewußt wird; und indem wir fragen, auf welchen Gesetzen beruht die Schifffahrt, so werden wir mit Verwunderung inne, daß deren nur wenige und einfache sind. Das specifische Gewicht und der Aggregatzustand des Wassers und seine Fähigkeit Dampfform anzunehmen, verknüpft zu schnellem Verkehre Welttheil mit Welttheil.

Es steht im Einklange hiermit, daß die Schifffahrt auch jetzt noch hundertmal erfunden wird, wenn der über Nacht angeschwollene Strom gegen sein Wüthen selbst die Abhülfe gewährt und anstatt des fortgerissenen Nachens sich das Hausthor als solchen gefallen läßt; und wenn auch zwischen diesem Hausthore oder dem ausgehöhlten Baumstamme des Südsee-Insulaners und dem noch im Bau begriffenen Riesenschiffe Great-Eastern eine lange Reihe von Schritten liegt, so entfernt sich doch keiner dieser Schritte ein Haar breit von der so einfachen Nothwendigkeit, welcher der Mensch hier wie überall folgt.

Es würde zwar recht unterhaltend sein, hier einen Abriß der Geschichte der Schifffahrt einzuschalten, allein es würde dennoch eine ungehörige Einmischung sein und uns den Gesichtspunkt noch am Ende unsrer gemeinsamen Besprechungen verrücken. Nur einige allgemeine Andeutungen mögen hier einen Platz finden, welche geeignet sein können, die Bedeutung des Wassers auch in dieser Auffassung uns recht klar zu machen.

Zunächst verfalle ich wissentlich dem berechtigten Vorwurfe, wozu es dienen solle, bestehende Verhältnisse im Naturhaushalte sich einmal weg- und anders zu denken und zu fragen, wie es wohl dann aussehen würde. Allerdings wird auf diesem Tummelplatze müßiger Gedanken viel verkehrtes Zeug ausgebrütet und zwar meist aus — teleologischen Eiern. Aber es scheint mir

diese Frage, auf das Weltmeer angewendet, einige Zulässigkeit dadurch zu gewinnen, daß der Einfluß desselben auf die Beförderung des Verkehrs — und also auch auf die Gesittung und den geistigen Fortschritt — vielfach verkannt und geradezu verkehrt angesehen wird.

Vorab muß ich mich aber mit allem Nachdrucke davor verwahren, als wolle ich jetzt sagen: weil es die Bestimmung des Menschengeschlechts gewesen sei, so zu werden, wie es jetzt ist und in folgerichtigem Gange weiter werden wird, deshalb sei die Vertheilung zwischen Wasser und trocknem Lande so wie sie eben ist. Ich will vielmehr sagen, daß der gegenwärtige Zustand des Menschengeschlechts, namentlich der sogenannten Kulturvölker, so ist, wie er ist, dies ist großentheils in dieser Vertheilung bedingt. Die Teleologen mögen nun immerhin, denn das kann ihnen Niemand als ein Unrecht wehren, das Wasser darob preisen oder anklagen, je nachdem sie mit dem Kulturgange des Menschengeschlechts zufrieden oder nicht zufrieden sind. Zwischen ihnen und mir ist jetzt nur der kleine Unterschied, daß ihnen Anfang ist, was mir vielmehr das Ende zu sein scheint.

Da es uns viel zu weit führen würde, bei den folgenden Bemerkungen die ganze Erde ins Auge zu fassen, so wähle ich ein einzelnes Beispiel, und zwar das Verhältniß zwischen Europa und Nordamerika.

Unterstützt von einer kirchlichen Weltanschauung, betrachtete der alte Kultur-Erdtheil die „neue Welt" als sein Eigenthum, entgegen dem alten Rechtsgrundsatze, daß ein Fund nicht von selbst in den Besitz des Finders übergeht. Allerdings fand sich theils Jahrhunderte lang der rechtmäßige Besitzer nicht, theils konnte er sein Recht nicht geltend machen, und so wurde oder war lange Zeit der Finder nicht blos der Besitzer, sondern Eigenthümer: dieser war die höhere Kultur. Aber diese höhere Kultur vergaß, daß Freiheit sie weihen müsse, und in Folge dieses Vergessens — luden die Bürger von Boston am 26. Dec. 1773 ihr „Mutterland" zum Thee und benutzten nichts Geringeres als das Weltmeer zum Theekessel, worein sie 342 Kisten Thee warfen. Durch diese komische Ouverture zur Unabhängigkeitserklärung der Nordamerikanischen Freistaaten wurde in ominöser Weise der Atlantische Ocean zum Angelpunkte jenes großartigen Kampfes, welcher der Weltgeschichte eine neue Bahn anwies.

Meine Leser kennen diesen Kampf und sein angedeutetes Vorspiel, sowie

seine großen Folgen, darum schweige ich davon. Nur ein paar Worte über die Betheiligung — des Wassers an diesen Folgen.

Es errichtete eine Schutzmauer zwischen dem befreiten jungen Welttheile und seinem früheren Herrn, welche nichts desto weniger den friedlichen Verkehr mehr erleichtert als erschwert. Es ist ein oft gehörter Irrthum, daß der Seeverkehr erschwerender sei, als der Landverkehr. Wenn er es wäre, warum hat denn nicht längst der direkte Landverkehr zwischen New-York und Californien den wenigstens viermal längeren Seeweg um das Cap Hoorn verdrängt? Stehen wir mit Rußland nicht in viel geringerem Verkehre als mit Amerika?

Im Innern sind die Vereinigten Staaten im glücklichsten Verhältnisse mit Wasserstraßen versehen und, daß wir das ja nicht übersehen! daß sich das Wasser in Dampfform zum Diener des Seeverkehrs wie des Landverkehrs hergab, das kam den Vereinigten Staaten gerade zur rechten Zeit, um das zu werden, was sie geworden sind.

Indem sie gleich England ihren Stützpunkt in der Seemacht suchen müssen, brauchten sie dem innern Ausbau des jungen Welttheils keine Hände zu entziehen und in dankbarem und wohlüberlegtem Verständnisse des Elementes, auf welchem die Macht der Vereinigten Staaten ruht, sind sie allen Völkern vorangegangen in der Vervollkommnung der Schifffahrt und der Dampfbenutzung.

Denken wir uns die Vereinigten Staaten nahe an Europa heran gerückt und erinnern wir uns dabei an den Geist, der das europäische Regierungssystem durchdringt, so wissen wir zugleich, daß dann entweder dort oder bei uns Vieles ganz anders sein würde.

Doch mehr als solche Andeutungen gehören nicht hieher; sie reichen aber hin, um meine Leser aufzufordern, weiter darüber nachzudenken, wie das Wasser es wesentlich mit ist, was die Schicksale und den Kulturgang der Menschheit bestimmt.

Anknüpfend an die Bemerkungen über die Vereinigten Staaten, kehre ich noch einmal zu Maury zurück, von dem meine Leser und Leserinnen mit mir längst eine hohe Meinung gewonnen haben werden.

Einige Mittheilungen aus dem 17. Kapitel seines Werkes, „Routen" überschrieben, sollen uns zeigen, bis zu welchem Grade bereits der Seefahrer

auf dem Meere zu Hause ist, welches den Beisatz des „pfadlosen" schon nicht mehr verdient.

„Wenn man, sagt Maury, von der Küste auf den Ocean blickt und ein Schiff, indem dasselbe die hohe See gewinnt, am Horizonte verschwinden sieht, wenn man dann vollends weiß, daß das Reiseziel desselben in weiter Ferne, vielleicht bei den Antipoden, liegt, so meint man wohl anfangs, dasselbe fahre über eine pfadlose Wüste; folgt ihm dann einige Tage später ein anderes schneller segelndes Schiff nach demselben Reiseziele, oder kommt ihm nach Wochen vom letzteren ein anderes entgegen, so hält man wohl ein Zusammentreffen oder nur in Sicht kommen derselben auf der weiten Wasserfläche für unwahrscheinlich, ja für einen bloßen Zufall. In der Wirklichkeit verhält es sich aber anders; die Winde und Strömungen werden jetzt so allgemein bekannt, daß der erfahrene Schiffer, wie der Hinterwäldler im tiefen Walde durch Marken an der Rinde der Bäume, seinen Weg an gewissen Zeichen sicher erkennt; und diese Zeichen findet er gerade an dem, was auf den ersten Blick so überaus veränderlich erscheint, an dem Winde. Die Resultate der wissenschaftlichen Forschung haben ihn gelehrt, wie er diese unsichtbaren Boten zu benutzen hat, wie sie ihm, im Vereine mit den Calmen, als Wegweiser auf den Kreuzungen, Gablungen und Windungen seines Weges dienen können."

„Man lasse ein Schiff von New-York nach Californien segeln und ein schnelleres ihm folgen. Es ist fast als gewiß anzunehmen, daß sie auf ihrer Fahrt einander sehen. Ein Beispiel statt vieler. Der „Archer" und der „Flying Cloud", beides treffliche und gut geführte Klipperschiffe fahren vor Kurzem beide nach Californien ab, aber der Flying Cloud verläßt New-York volle acht Tage später. Beide hatten keine günstige Zeit zu ihrer Fahrt. Der Archer ging, die Wind- und Strömungskarten in der Hand, voran und suchte sich seinen Weg, der neuen Route folgend, quer durch die Calmen (Windstillen) des Krebses, dann durch die Gegend der Nordost-Passate bis zum Aequator; der Cloud folgte, wie auf der Fährte seines Vorläufers. Am Cap Hoorn kam er an ihn heran, sprach mit ihm, händigte ihm die letzten New-Yorker Zeitungen ein und lud die Mannschaft ein, am Bord des Cloud zu speisen, was, wie der Archer sich ausdrückt, nur mit Widerstreben abgelehnt wurde. Der Flying Cloud fuhr endlich voraus, rief dem Archer sein Lebewohl zu

und verschwand in den dichten Nebeln, die auf dem westlichen Horizonte lagerten, denn er sollte seiner Instruktion nach seinen Hafen wenigstens eine Woche früher erreichen, als sein Kamerad vom Cap Hoorn. Beide bekamen kein Land in Sicht, bis sie die hohe See von San Francisco erreichten — und doch würden die etwa 7000 Meilen langen Wege beider Schiffe, wenn man sie den Logbüchern nach auf eine Karte projiciren wollte, fast durchweg wie eine einzige Linie aussehen."

„Dies ist die große, 15,000 Meilen lange Rennbahn auf dem Ocean, fährt Maury fort; sie ist Zeuge gewesen von der ruhmwürdigsten Entwickelung von außerordentlicher Geschwindigkeit, von Beweisen von fast tollkühner Unerschrockenheit, wie sie die Welt früher nicht gekannt hat. Auf ihr ist das moderne Klipperschiff, vom Lichte der Wissenschaft geleitet, ausgezogen, es hat alle Dampfschiffe übersegelt, allen Elementen in stolzer Sicherheit getrotzt und zum Staunen der Welt Schwierigkeiten überwunden, die man bisher für unbesiegbar hielt."

Diesen staunenerregenden Erfolgen gegenüber ist es nun doppelt interessant, zu erfahren, wie es vor den neueren, auf Grund der Wind- und Strömungskarten ausgeführten, Seereisen gehalten worden ist. Auch darüber giebt Maury uns, die wir blos auf festem Grunde zu Hause sind, überraschende Belehrung, welche aus alten, längst verstäubten Logbüchern geschöpft worden ist. Man fand in diesen, daß der von den Vereinigten Staaten um das Cap der guten Hoffnung nach Indien Steuernde dreimal den Atlantischen Ocean überschritt; zunächst bis auf die Höhe der Capverdischen Inseln, dann zurück bis an die Brasilianische Küste und dann hinüber nach dem Cap. Alle Logbücher wiesen blos auf diesen Cours, und wenn man denselben auf einer Karte verzeichnete, so blieb das nicht auf diesem Cours liegende Meer weiß wie ein völlig unbekanntes Land. Von den nautischen Instrumenten geleitet, segelte ein Schiff dem andern auf diesem Wege nach, als wäre es eine abgesteckte und befahrene Landstraße. Niemand getraute sich davon abzuweichen. Als man Nachforschungen nach einem möglichen nöthigenden Grunde zu dieser sonderbaren Route anstellte, fand man allerdings einen solchen — denselben, der sich so oft geltend macht: es hatte Einer dem Andern es nachgemacht, weil es dieser wieder einem Andern so nachgemacht und dieser dies so für gut befunden hatte.

Man schüttelte diesen Schlendrianismus ab. Auf anfangs nur noch mangelhaften Erfahrungen fußend, gab man in den Vereinigten Staaten Vorschriften für Seefahrer (sailing directions) heraus und versprach von denselben jedem Seefahrer ein Exemplar davon, der sich danach richten und einen Auszug aus seinem Logbuche an das National-Observatorium in Washington einsenden würde. „Der rührige, praktische Sinn der amerikanischen Kapitäne ergriff den Vorschlag mit Energie. Ihnen erschien dieses Feld lockend, denn es schien ihnen eine reiche Ernte und viele nützliche Resultate zu verheißen. So waren denn nach kurzer Zeit mehr als tausend Seefahrer Tag und Nacht in allen Meeren damit beschäftigt, nach einem gleichförmigen Plane Beobachtungen anzustellen und aufzuzeichnen und so zugleich unsere Kenntniß der Winde und Strömungen des Meeres und anderer Phänomene, die sich auf ein sicheres Beschiffen desselben und auf seine physische Geographie beziehen, zu fördern und zu vermehren."

Dieser erste so günstige Erfolg veranlaßte die Vereinigten Staaten, wo gegenwärtig die Nautik in der höchsten Blüthe steht, alle Seestaaten „der Christenheit" zu einer Conferenz zur Berathung über gemeinsame Bestrebungen auf diesem Gebiete einzuladen. Sie hat am 23. Aug. 1853 in Brüssel stattgefunden und es betheiligten sich daran außer dem einladenden Staate: England, Frankreich, Rußland, Holland, Schweden, Norwegen, Dänemark, Belgien und Portugal. Später traten den Brüsseler Beschlüssen noch bei: Spanien, Preußen, Hamburg, Bremen, die Republik Chili, Oesterreich und Brasilien. Ob seitdem Hannover, Oldenburg, Meklenburg, Italien und Griechenland in diesem Bündnisse Europa vollzählig gemacht haben, ist mir nicht bekannt. Die Pforte war nicht eingeladen.

„Kaum je zuvor, dürfen wir mit Maury sagen, hat sich vor den Augen der wissenschaftlichen Welt ein so erhabenes Schauspiel entfaltet. Alle Nationen haben sich vereinigt und arbeiten einträchtiglich zusammen, um an einem Systeme physischer Forschung in Bezug auf das Meer zu bauen. Mögen sie in allen andern Dingen Feinde sein, hier bleiben sie Freunde. Jedes Schiff, das die hohe See mit diesen Karten und diesen noch leeren Logbuchtabellen am Bord befährt, kann hinfort als ein schwimmendes Observatorium, als ein Tempel der Wissenschaft angesehen werden."

Was das Land noch nie vermocht hat, in dieser Allgemeinheit wenigstens

nicht, das hat das Wasser vermocht: eine wissenschaftliche Einigung aller Nationen, und zwar in einer Berufsklasse derselben, welche gewöhnlich als roh verschrien ist. Deshalb legt auch ein englischer Seemann, Robert Mathren, mit allem Rechte ein großes Gewicht auf den erziehenden und veredelnden Einfluß dieses Unternehmens.

Bei dem mit jedem Monate zunehmenden Verkehre zwischen Amerika und unserem Kontinente muß es von dem allgemeinsten Interesse sein, ja muß es eine gewisse Beruhigung gewähren, daß der Atlantische Ocean nicht mehr die „pfadlose Wasserwüste" ist, wie ehemals. Mag dem Unkundigen seine Oberfläche als glatter Spiegel oder als schäumender unabsehbarer Strudel gleich sehr als ein weißes Blatt erscheinen, auf dem man vergeblich nach einem führenden Zeichen forscht — für den Seemann unserer Tage hat die Wissenschaft ihre Regeln in unsichtbaren Zügen darauf geschrieben.

Vielleicht steht der Seeschifffahrt in sehr naher Zeit eine weitere Hebung zu der Höhe der möglichen Gefahrlosigkeit bevor. Die ungeheuren Maaße des in England im Bau begriffenen Great-Eastern, der Rad- und Schraubendampfer zugleich sein wird, sollen bezwecken, das Schiff der Macht des Sturmes und der Wellen zu entrücken. Wenn es möglich sein wird, so ungeheure Metallmassen zu einem so gigantischen Hohlkörper gegen die Erschütterungen des Wellenstoßes fest genug zusammen zu fügen, und wenn es dann möglich sein wird, den Koloß zu regieren — dann werden allerdings die Seereisen fast nicht gefahrvoller sein, als die Landreisen.

Aber nicht blos das Salzwasser ist ein Beförderer unseres Verkehrs; wie sehr es auch das Süßwasser der Flüsse ist, zeigt schon der oft gehörte Erfahrungssatz, daß Wasserfracht immer billiger sei als Landfracht, und wer unsere deutschen Ströme, vor allen den Rhein, auf ihren eleganten Dampfbooten befahren hat, der weiß, daß wir darin dem Wasser einen der höchsten Reisegenüsse verdanken. Doch Deutschland, überhaupt Europa, ist nicht der Ort, die ganze Bedeutung des Süßwasserverkehrs zu veranschaulichen. Dazu müssen wir uns nach Asien wenden, nach Siam und nach China. In Siam sind Landreisen fast ein unbekanntes Ding, weil das ganze 7000 Geviertmeilen große Land in seiner ebenen Hälfte durch den Menam und Maykaung reich bewässert und regelmäßig in ungeheurer Ausdehnung überschwemmt wird, so daß fast sämmtliche Häuser auf Pfählen, gewissermaaßen in der Luft

ſtehen. Mehr noch als in China, von wo es allerdings bekannter iſt, leben viele Tauſende nicht in feſten Wohnſitzen, ſondern auf großen mit vielen Rudern verſehenen Floſſen, Balonen genannt, in deren Mitte immer ein zierliches Häuschen ſteht.

Die Bedeutung der Flüſſe für den Verkehr der Menſchen kann ich nicht beſſer darſtellen, als mit Berghaus' Worten: „Die großen Ströme ſind die Bahnen, auf denen die Völker einander näher gebracht werden; und enden ſie ihre Fallthätigkeit im Weltmeere, ſo bilden ſie ein Glied in der Kette der phyſiſchen Erſcheinungen, die zur Verherrlichung des ſocialen Lebens der Menſchheit dienen. Hochbegünſtigt erſcheinen in dieſer Beziehung Europa, Süd- und Oſtaſien. Nordaſien kann hierauf keinen Anſpruch machen; denn ſo koloſſal auch ſeine Ströme und deren Gebiete ſind, die unter die größten der Erde zählen, ſo tritt doch ein anderes phyſiſches Element ihrer Bedeutung feindlich gegenüber, das klimatiſche Element; denn die Mündungen dieſer Ströme, des Obi, Jeniſſei und der Lena ſind faſt beſtändig mit Eis belegt. Dieſes Nordaſien kann daher keinen Theil nehmen an dem Weltverkehre, von dem auch Inneraſien, oder das Gebiet der Kontinentalſtröme (S. 374) ausgeſchloſſen iſt.“ Wer denkt hier nicht an die Möglichkeit eines urſachlichen Zuſammenhangs zwiſchen dieſer phyſiſchen Erſcheinung und dem weſtlich gerichteten Drange der Völkerwanderungen?

Da Zahlen wie Thatſachen am lauteſten ſprechen, führe ich nach O. Hübner noch einige Zahlenverhältniſſe über den Seeverkehr an.

In den nordiſchen Häfen Deutſchlands ſind im Jahre 1855 17,832 Schiffe eingelaufen, von denen kommen auf Preußen 7451, auf Hamburg 5201, auf Bremen 2557, auf Hannover 1068, auf Lübeck 932 und auf Oldenburg 683.

Die Seeſchiffe von allen dieſen Ländern zuſammen belaufen ſich auf die Zahl von 2956, wozu noch die Handelsflotte Oeſterreichs von 5945 Schiffen kommt.

Dagegen betrug die Handelsflotte von Großbritannien 36,348, von den Ver. Staaten ungefähr 30,000, von Frankreich 14,248 und von den Niederlanden 2343, zuſammen 82,939 Seeſchiffe für das Bedürfniß des Handels.

Auf den deutſchen Strömen Rhein mit Main und Moſel, Elbe mit

Moldau, Donau und Nebenflüssen, Oder und Weser bewegten sich 1855 und 1856 222 Dampfschiffe, zu denen 614 Anhängeschiffe gehörten.

Wir müssen uns erst ausdrücklich ins Gedächtniß rufen, daß der Dampf, der die Lokomotiven bewegt, nur eine Form des Wassers ist, um auch den Eisenbahnverkehr als in diesen Abschnitt fallend zu erkennen.

Die Dienste, welche hierdurch das Wasser leistet, sind jetzt zwar wenigstens im Großen anerkannt, wenn auch nur von denen vollständig begriffen, welche die anscheinend trockne Statistik in ihrer Größe würdigen. Aber noch ist kein Vierteljahrhundert verflossen seit der Eröffnung der ersten deutschen kleinen Eisenbahn von Fürth nach Nürnberg, von welcher O. Hübner sagt, daß deren Anreger, Herr Platner, von den Augsburger Bankiers für nicht recht bei Sinnen gehalten wurde. Wie viele oder wie wenige Leipziger gedenken noch ihres Wohlthäters, Friedrich List, des geborenen Schwaben, den der zaghafte Unverstand seiner deutschen Landsleute zweimal nach den Ver. Staaten trieb, von wo er als deren Consul nach Leipzig zurückkehrte, und endlich die Leipzig-Dresdner Eisenbahn durchsetzte, welcher nun Leipzig seine Handelsgröße verdankt.

Um einen Begriff von dem baaren Vortheile einer Eisenbahn für den, der sie zur Fahrt benutzt, zu geben, hebe ich hier mit Hübners*) Worten hervor: jede Meile Eisenbahn, wenn sie jährlich auch nur von 100,000 Menschen benutzt wird, erspart denselben mindestens 500,000 Stunden oder à 10 Arbeitsstunden 50,000 Tage Zeit, welche nur zu einem halben Thaler Werth einer Tagesarbeit gerechnet jährlich 25,000 Thlr. Gewinn geben.

Bei der unberechenbaren Wichtigkeit der Eisenbahnen für den Kulturgang der Völker wird es meinen Lesern und Leserinnen erwünscht sein, die Eröffnungszeiten der ersten europäischen Eisenbahnen in der Reihenfolge der Zeit auf die Länder Europa's vertheilt nach Hübner kennen zu lernen.

	Name der ersten Eisenbahn:	Concessionirt:		Eröffnet:	
		Jahr.	Meilen.	Jahr.	Meilen.
Großbritannien:	Stockton-Darlington	1821	9,5	1825	9,5
Verein. Staaten:	Munck-Chunch	1827	2	1827	2
Frankreich:	St. Etienne-Andrésieur	1823	2,4	1828	2,4

*) O. Hübner, Jahrbuch der Volkswirthschaft und Statistik. Fünfter Jahrgang 1857. S. 76.

	Name der ersten Eisenbahn:	Concessionirt:		Eröffnet:	
		Jahr.	Meilen.	Jahr.	Meilen.
Oesterreich:	Linz-Budweis	1826	17,3	1828	4
Belgien:	Antwerpen-Mecheln	1834	62,7	1835	2,3
Bayern:	Nürnberg-Fürth	1834	1	1836	1
Sachsen:	Leipzig-Dresden	1835	15,5	1837	5,5
Cuba:	Havanna-Union	1835	23,6	1837	3,6
Preußen:	Rhein-Eisenbahn	1837	31,1	1838	3,6
Rußland:	Zarskoe-Selo	1837	3,8	1838	3,5
Neapel:	Neapel-Castellamare	1837	5,5	1839	5,5
Baden:	Mannheim-Heidelberg	1838	2,4	1840	2,4
Nassau:	Taunusbahn	1838	6,8	1840	5,4
Hannover:	Hannover-Hildesheim	1841	5,2	1844	5,7
Toscana:	Florenz-Livorno	1842	12,6	1844	12,5
Würtemberg:	Heilbronn-Bodensee	1843	30,5	1845	4,5
Holland:	Amsterdam-Harlem	1845	23,7	1848	11,2
Sardinien:	Turin-Genua	1846	22,3	1848	10,5
Spanien:	Barcellona-Mätaro	1847	3,8	1849	3,5
Dänemark:	Copenhagen-Roskilde	1848	4,3	1849	4,3
Schweiz:	Baden-Zürich	1848	3,2	1849	3,6
Schweden u. Norw.:	Christiania-Miomesen	1849	2,2	1852	2,2
Portugal:	Lissabon-Santarem	1852	10,8	1854	2,7
Kirchenstaat:	Rom-Frascati	1852	2,7	1856	2,7

„Außer Europa und den Vereinigten Staaten von Amerika, sagt Hübner, kommen die übrigen Länder und Welttheile bis jetzt wenig in Betracht. Bis zum Jahre 1832 hatten die europäischen Staaten einen bedeutenden Vorsprung, bis 1837 wiederum die amerikanischen, bis 1843 war das Verhältniß ein ziemlich gleiches, von wo ab bis zur neuesten Zeit die europäischen Staaten wieder in stärkerem Grade den Vorrang behaupten."

Nach Hübner's Ermittelungen war die Länge aller Eisenbahnen der Erde

im Jahre 1830	70	Meilen
„ „ 1840	1030	„
„ „ 1850	5025	„
„ „ 1856	11,004	„

„Es ist demnach über die Hälfte der in Nutzung befindlichen Schienenwege in den letzten 6 Jahren gebaut worden, ungeachtet daß dieser Zeitraum in einer durch allgemeine Umwälzungen und gewaltsame Erschütterungen der Staatsgesellschaften creditschwachen und unternehmungsungünstigen Periode seinen Anfang nahm und nur Jahre des Mißwachses oder des Kriegs, der Theuerung oder der Handelskrisen zählt.“

Außer den 11,004 deutschen Meilen im Betriebe stehender Eisenbahnen der ganzen Erde sind noch 8355 Meilen im Bau oder concessionirt, was zusammen 19,359 Meilen, also mehr als 3½ mal den Umfang der Erde ausmacht.

Die im Betriebe stehenden 11,004 Meilen haben die Summe von 5,323,866,800 Thalern gekostet, und die im Bau begriffenen oder in der Ausführung gesicherten werden 2,860,326,000 Thlr. kosten.

Der möglichen Besorgniß, daß die Eisenbahnen ein zu unverhältnißmäßiges Kapital verschlingen, stellt Hübner eine Berechnung von den Jahreseinnahmen des preußischen Staates gegenüber, woraus hervorgeht, daß der Kapitalbedarf für die preußischen Eisenbahnen nur etwa — 2 Procent der Landeseinnahmen erheischt.

Es sind aber nicht die großen, von dem Wasser als Dampf hervorgerufenen Zahlenverhältnisse, welche uns hier am meisten imponiren: wir würden sehr gedankenlos sein, wenn wir nicht über die Zahlen hinweg auf den geistigen Erfolg des Eisenbahnen-Verkehrs blicken wollten, um jetzt von dem Dampfschiff-Verkehre abzusehen.

Wer alt genug ist, um so weit zurück denken zu können, der weiß, daß wir uns vor 25 Jahren allerdings einen Erfolg von den Eisenbahnen auch auf den geistigen Verkehr der Nationen versprachen. Jetzt, nachdem dieser Erfolg vorliegt, müssen wir alle bekennen, daß er größer und vielseitiger ist, als wir es erwartet haben, und dennoch sind kaum erst 10 Jahre verflossen, seit für Mitteleuropa die Eisenbahnen eine erhebliche Ausdehnung gewonnen haben. Freilich ist es nicht mit zwei Worten abgemacht, den Fortschritt im geistigen Zustande und in der Weltanschauung der Gesammtbevölkerung Deutschlands, um bei dem uns zunächst liegenden Beispiele stehen zu bleiben, darzulegen und in ursächlichen Zusammenhang mit den Eisenbahnen zu bringen. Dennoch bezweifelt Niemand die Größe dieses Fortschrittes und noch

weniger bestreitet Jemand den Einfluß der Eisenbahnen dabei, wenn gleich die erste Generation, welche unter diesem Einflusse erzogen wird, noch nicht das Alter erreicht hat, um einen Einfluß auf das öffentliche Leben auszuüben und als Maaßstab der Wirkungen der Eisenbahnen zu dienen. Noch lebt die eisenbahnbauende Generation und die den Erfolg der Eisenbahnen an sich kund gebende steht noch in den Kinderjahren.

Wessen Erinnerung noch hinter die Eilpostverbindung zurückreicht, und wer die verblüfften Gesichter der wenigen Kleinstädter noch kennt, denen damals das große Loos fiel, eine Weltstadt zu sehen, der kann es nicht unbeachtet lassen, wenn jetzt in einer solchen die Bahnhöfe täglich Tausende derselben ausströmen, auf deren ruhigen Gesichtern sich deutlich ausdrückt, daß sie sich längst im großen Verkehre stehen fühlen.

Wenn nun der, vor der Hand allerdings nur noch mehr in allgemeinen Umrissen anzudeutende als scharf zu bemessende, Einfluß der Eisenbahnen auch in geistiger Hinsicht ein so großer ist, so ständen wir an dieser Stelle unserer Betrachtungen dann vor der höchsten Bedeutung des Wassers, wenn wir das geistige höher als das leibliche Leben stellen. Da wir dies aber nicht thun können, wenn wir nicht den Fehler begehen wollen, durch dieses Höher oder Geringer eine untrennbare Einheit zu zerreißen, so sagen wir lieber, daß uns das Wasser als das belebende Element der Lokomotive in einer neuen Bedeutung erscheint, in der Bedeutung des E r z i e h e r s.

Wenn aber der Wasserdampf auf der Eisenbahn die Menschen im Fluge vorwärts reißt und Völker zu einander führt, so erzieht er durch die stehende Maschine die Gewerbe zu einer Vollkommenheit und Leistungsfähigkeit, von der man vordem keine Ahnung hatte.

Was vor Millionen von Jahren durch Wasser und Wärme aus dem Erdboden als Pflanze emporgetrieben wurde, um dann als Steinkohle sich zu langem Todesschlummer im Erdboden wieder niederzulegen, das feiert jetzt, auf dem Roste glühend, sein Auferstehungsfest, indem es aus Wasser und Wärme den mächtigen Geist des Dampfes hervorruft, welcher Bewegung und also Leben in das künstlich gefügte, aber doch an sich todte Getriebe der Maschine haucht. Die Steinkohle macht das Wasser lebendig und befähigt es, an die Stelle des Menschen zu treten, wenn es gilt, eine mechanische Kraft zu

äußern. Millionen Menschenkräfte sind dadurch von der Knechtsarbeit erlöst und der freischaffenden Thätigkeit zurückgegeben.

So ist das Wasser, weit mehr noch als früher und auch jetzt noch in der flüssigen Gestalt, als Dampf der fleißige und stärkere Kamerad des Arbeiters geworden, und man darf wohl hinzufügen: das Vorbild. Denn es ist gewiß nicht zu viel behauptet, wenn man annimmt, daß in der Fabrik eine emsigere und geregeltere Betriebsamkeit der einzelnen Arbeiter herrscht, wenn darin ein Wasserwerk, oder noch mehr, wenn eine Dampfmaschine sonder Ruh noch Rast sich bewegt und jedem Arbeiter zuzurufen scheint: komm und greife im rechten Momente, mit deiner geschickten Hand in die Schwingungen meiner Kraft, sonst gehen sie dir verloren oder sie verderben dein Werk. Und nicht minder gewiß ist es ein Irrthum, daß die mit Dampfmaschinen oder Wasserwerken betriebenen Fabriken die Arbeiter zu gedankenlosen Maschinen machen sollen, wie sich auch das in neuester Zeit als ein Irrthum erwiesen hat, daß die Dampfmaschinen die Handarbeit entwerthen.

Es kann hier nicht meine Absicht sein, eine Beschreibung der Dampfmaschinen und deren Anwendung in den verschiedenen Gewerbs-Zweigen einzuschalten. Das würde ein Buch im Buche geben und hier ganz am unrechten Platze sein. Es genügt für die Aufgabe dieses Buches, auf die Bedeutung des Wassers auch in dieser Beziehung hingewiesen zu haben. Eben so wenig soll hier auch nur eine namentliche Aufzählung der Gewerbe vorgenommen werden, in denen das Wasser eine unmittelbarere Rolle spielt als eine blos bewegende Gehülfenrolle. Es würde auch jedenfalls weniger Raum erfordern, diejenigen Gewerbe aufzuzählen, in denen das Wasser sich nicht betheiligt, wenn es überhaupt ein solches geben sollte.

Es lag ja nicht in der Aufgabe dieses Abschnittes, wie es in der ganzen Aufgabe meines Buches nicht liegt, die technische Seite des Wassers vorwalten, sondern ein möglichst klares Licht auf dessen ganzes Wesen fallen zu lassen, damit dieses in seiner ganzen großen Bedeutsamkeit uns zum Verständniß komme.

Vielleicht manchem meiner Leser ist es unerwartet gekommen, gerade in diesem Abschnitte auch einer geistigen Seite des Wassers begegnet zu sein.

Neunter Abschnitt.

Das Wasser als künstlerisches und als poetisches Element.

> Wenn wir über die verschiedenen Stufen des Genusses nachdenken, welchen der Anblick der Natur gewährt, so finden wir, daß die erste unabhängig von der Einsicht in das Wirken der Kräfte, ja fast unabhängig von dem eigenthümlichen Charakter der Gegend ist, die uns umgiebt. Wo in der Ebene, einförmig, gesellige Pflanzen den Boden bedecken und auf grenzenloser Ferne das Auge ruht, wo des Meeres Wellen das Ufer sanft bespülen und durch Ulven und grünenden Seetang ihren Weg bezeichnen: überall durchdringt uns das Gefühl der freien Natur, ein dumpfes Ahnen ihres „Bestehens nach inneren ewigen Gesetzen." In solchen Anregungen ruht eine geheimnißvolle Kraft; sie sind erheiternd und lindernd, stärken und erfrischen den ermüdeten Geist, besänftigen oft das Gemüth, wenn es schmerzlich in seinen Tiefen erschüttert oder vom wilden Drange der Leidenschaften bewegt ist."
>
> Humboldt, Kosmos I. 7.

Wir haben es versucht, dem Wasser auf seinem großen Kreislaufe überall hin zu folgen. Ruhelos und vielgestaltig, unsichtbar und überwältigend in seinem Auftreten, dem leisen Lufthauche gehorsam und Berge zum Sturze bringend, fanden wir es immer dasselbe, immer thätig, schaffend oder vernichtend, nährend oder zerstörend, zuletzt sogar Völkerentwickelung vermittelnd — wir fanden es überall, wir fanden es immer. So steht es also nun groß und gewaltig vor uns, für die von uns um so größer und gewaltiger, die es in vorstehender Darstellung zum ersten Male aufmerkend ansahen.

Wir alle haben dabei viel gewonnen, denn wir gewannen ein besseres Verständniß unseres Lebens, indem wir das Wasser und in ihm einen Hauptquell des Lebens der Erde erkannt haben.

Es bleibt uns aber noch eine Seite des Wassers übrig, diejenige, welche es unserem Gemüthe zukehrt. Diese Seite des Wassers möchte keiner von uns allen missen. Indem wir ihr noch einige Blicke zuwenden, wird unsere

vielseitig auseinander gegangene Betrachtung einen ruhigen, einigenden Abschluß finden.

Es ist vielleicht unangemessen, wenigstens unnöthig, die künstlerische und die poetische Seite des Wassers zu trennen, denn beide sind ja eigentlich nicht zwei, müssen einander als Eins durchdringen; ein Kunstwerk, das nicht zugleich poetisch und eine Poesie, die nicht zugleich ein Kunstwerk ist, ist weder ein Kunstwerk noch eine Poesie. Daher wird es mir vielleicht nicht gelingen, soll es auch nicht, in dem Nachfolgenden beide Beziehungen neben einander hervortreten zu lassen.

In jedem Menschen schlummert ein Künstler und ein Dichter, und in Jedem erwacht er mindestens einmal, und wenn er dann auch nicht zu Feder und Pinsel griff, so war er es doch nicht minder, denn das Dichten macht nicht den Dichter, das Malen nicht den Künstler.

Es giebt der Weckrufe dazu mancherlei in der Natur und, beiläufig gesagt, ich messe die Natur hier nicht mit dem kurzen Maaße eines Professors der Naturgeschichte, sondern mit dem weiten Maaße Dessen, dem nicht blos die Verwandlung der Insekten und der Nestbau der Vögel und der überraschende sogenannte Instinkt des Elephanten zur Natur und ihrer Wissenschaft gehört, sondern auch der ganze Mensch mit sammt seinem ganzen geistigen Sein.

Wie Vielerlei in der uns umgebenden Natur es auch sein mag, was in uns die Saiten erklingen läßt, nichts thut es öfter und wirksamer und manchfacher, als das Wasser. Schon das allgemeine Urtheil findet die Schönheit einer Gegend erst durch das Dasein des Wassers vollendet, und auch der schöne Wald ist schöner, wenn durch seine Laubkronen der Sonnenstrahl auf einen kleinen Wasserspiegel trifft.

Es war manchmal sogar nicht zu vermeiden, daß bei unseren Wanderungen durch das große Gebiet des Wassers eine poetische Wallung über uns kam, denn darin liegt eben die Macht des Erhabenen, daß wir uns ihr nicht entwinden können*), und bei aller Verpflichtung, die wir haben, die Natur

*) Gerade in diesem Buche und an dieser Stelle finde ich mich veranlaßt und glaube mich berechtigt zu einem Urtheile über eine leider sehr zur Mode gewordene Sitte gewisser Verfertiger sogenannter populärer naturwissenschaftlicher Bücher. Manche derselben verfolgen nicht

zu kennen, sollen wir sie auch empfinden. Leider artet dieses bei Vielen leicht in Empfindeln aus, was nur eine bleichsüchtige Naturanschauung giebt.

Das Verhältniß der Naturwissenschaft zu der Poesie hat in neuerer Zeit ebenso wie das zu Religion, Moral und Philosophie vielfache Besprechungen gefunden und zwar zum Theil der allerheftigsten Art. Es ist unsere Sache nicht, darauf hier einzugehen; nur über das erste der bezeichneten Verhältnisse müssen wir uns klar werden.

Man braucht noch gar nicht auf der Höhe der neueren Naturforschung zu stehen, um über manche Dichter-Auffassung natürlicher Dinge zu lächeln, denn den einfachsten Naturgesetzen werden in lyrischen Gedichten poetische Schnippchen geschlagen. Ja manche Aeußerungen in dieser Richtung scheinen fast anzudeuten, daß man den Zwiespalt zwischen dichterischer Auffassung und wissenschaftlicher Lehre aufrecht zu erhalten wünsche oder dessen Ausgleichung mindestens sehr unbequem finde; denn welche andere als diese Anschauung kann dem Vorwurfe zum Grunde liegen, daß die immer tiefer dringende Naturforschung die Natur des poetischen Reizes entkleide? Zu diesen Aeußerungen zähle ich allerdings nicht Schiller's „Götter Griechenlands", wie es neuerdings ein Philosoph gethan hat, der die Naturwissenschaft mit vielen Worten gegen die Schiller'sche Anklage in Schutz nimmt; denn Schiller's Anklage ist nicht gegen die wissenschaftliche Naturanschauung als solche, sondern gegen etwas ganz anderes gerichtet, was in jenem Gedichte mehr zwischen als auf den Zeilen steht. Ueberhaupt ist dieses vielmehr eine Klage als eine Anklage.

---

sowohl das Ziel, ihre Leser zu unterrichten, sondern sie staunen zu machen, was allerdings leichter und bequemer ist, als in schlichter, wenn immerhin auch gehobener, Rede die Wissenschaft anschaulich zu machen. Das Wort „Wunder" ist auf dem Titel solcher Bücher förmlich heimisch geworden und hat den Verfassern und den Verlegern derselben — viel Geld eingebracht.

Diese Wunderliteratur ist durch und durch verwerflich, wenn sie namentlich, wie in den „Wundern der Urwelt" von dem Pseudonymen Zimmermann, mit dicken, unwahren Farben malt. Sie ist eine Geringschätzung der Wissenschaft und der Leser zugleich, indem sie die erstere noch apart würzen zu müssen glaubt, und den letztern den Geschmack an der schlichten Wissenschaft nicht zutraut.

In obigen Textesworten liegt übrigens keineswegs eine thatsächliche Rechtfertigung dieser Wunderbücher und ein mir selbst entschlüpftes Eingeständniß des von mir gerügten Fehlers, denn zwischen maulaufsperrendem Erstaunen und poetischer Erhebung ist ein sehr großer Unterschied.

Oersted nennt solche Anklagen schlecht überlegt, „denn die Hauptsache bleibt doch, daß unser geistiges Dasein durch die Einsicht, welche Irrthümer vernichtet, erhöht und veredelt wird;“ und dann fährt er fort: „alle solche Verluste werden für den wahren Dichter nicht viel zu bedeuten haben, aber können freilich peinlich sein für die nicht wenigen Pfleger der Dichtkunst (der Uebersetzer hätte Oersted's Sinn wahrscheinlich mit Ausüber der Dichtkunst besser getroffen), welche meinen, einen an sich unpoetischen Gedanken dadurch poetisch gemacht zu haben, daß sie ihn in Prachtstücke aus der poetischen Rüstkammer einer verschwundenen Zeit einkleiden.“

Man begegnet zuweilen einer Verstimmung der „Literaten“ — in der längst gebräuchlich gewordenen beschränkenden Anwendung des Wortes — über die hohe Gunst, in welcher die naturwissenschaftliche Volksliteratur jetzt steht, und manche sehen sich zu der Concession gedrungen, in den Spalten ihrer Zeitschriften der Naturwissenschaft in einem vorgeschriebenen Kleide den Zutritt zu gestatten. Die Verstimmung sollte zur Selbsterkenntniß und zur Beachtung der deutlich genug ausgesprochenen Zeitrichtung führen. Die Lesewelt ist es nach und nach gründlich müde geworden, die zur Schilderung der herkömmlichen lyrischen Situationen gebräuchlichen Wörter in tausend und abertausend Gedichten bald so bald so versetzt zu finden. Unsere Zeit ist die Zeit des Lernens, in der man mit den Mitteln der Phantasie nicht mehr ausreicht.

Wer nun freilich mit vollen Händen in die Fächer der Naturwissenschaft greifen wollte, um die ergriffenen Ingredienzen mit poetischem Kitt zu Naturgedichten oder Naturgemälden zusammen zu fügen, der würde einen argen Mißgriff thun. Einen solchen nenne ich selbst noch viele von den Gedichten Thieme's, die ohne die beigefügten wissenschaftlichen Erläuterungen für den ungelehrten Leser unverständlich sind. Vortrefflichere Naturgedichte als die Otto Ule's in der „Natur“ kenne ich nicht, deren einziger Fehler nur ihre Seltenheit ist. Theodor Mügge's Naturschilderungen in seinem „Afraja“ können sich den berühmten Humboldt'schen an die Seite stellen.

Aehnlich wie den Dichtern ergeht es den Malern. Das Volk will nicht mehr Bilder aus dem Bereiche des folgenden Humboldt'schen Satzes sehen: „die dogmatischen Ansichten der vorigen Jahrhunderte leben dann nur fort in den Vorurtheilen des Volks und in gewissen Disciplinen, die, in

dem Bewußtsein ihrer Schwäche, sich gern in Dunkelheit hüllen"*). Das Volk will durch Malerei und Dichtkunst verklärte Natur.

Vor Allem haben wir es hier mit der Landschaftsmalerei zu thun. Sie hat sich immer mehr gedrungen gefühlt, in ihren Darstellungen die Wahrheit und Wirklichkeit der Natur ins Auge zu fassen und manche Landschaftsmaler haben den Weg glücklich gefunden, der zwischen der phantastischen und der starr naturwissenschaftlichen Auffassung liegt.

Das Wasser bietet sich aber nicht blos dem gedichteten Liede und dem gemalten Bilde dar, sondern auch dem Liede und Bilde in unserem Innern, und gleichen Schrittes mit seiner Vielgestaltigkeit gestalten sich die Eindrücke. Wie anderes empfinden wir, wenn Schneemassen vorübergehend die vor uns liegende Flur oder wenn sie den aufragenden Alpengipfel ewig verhüllen.

In der poesielosen, fruchtbeladenen Ebene, die neben Langeweile nur das prosaische Gefühl des Sattseins hervorrufen kann, fliegt unser Auge empor nach dem weiten Himmelsraume und saugt aus den Wolkenformen die unten mangelnde Befriedigung. Der einigermaaßen kunstgeläuterte Geschmack verfehlt dann nicht leicht, am Wolkenhimmel kritische Studien zu machen; denn es giebt vielleicht kein Gebiet der darstellbaren Natur, auf dem man so bestimmt lernen könnte, daß die Natur nicht überall „malerisch" schön ist, daß zu einem schönen Bilde mehr als blos die treue Nachahmung der Natur gehört. Es ist bezeichnend für die ästhetische Bedeutung der Wolkenformen, daß sich Göthe, der freilich stets mit der Natur in innigem Zusammenhange stand, von Howard's Eintheilung und Benennung der Wolkenformen zu den bekannten Gedichten auf diesen und seine Schöpfungen begeistert fühlte.

Es gehört aber auch unleugbar die Wolke zu den schönsten Wandlungen des Wassers, wie sie zugleich die reichste an Mannichfaltigkeit der Form und Farbe ist. Wie sie uns den Spaziergang in der ermüdenden Ebene belebt und vergeistigt, so ist sie in der Hand des geistvollen Malers ein wirksames Mittel, seinen Landschaften dichterische Stimmung zu geben. Leider aber begegnet man nicht eben vielen Landschaften weder der älteren noch der neueren Zeit, in denen die Wolken mit dem Charakter der dargestellten Ansicht in einem noth-

*) Kosmos I. S. 5.

wendigen harmonischen Zusammenhange stehen. Selbst darauf findet man oft wenig oder keine Rücksicht genommen, daß jede Jahreszeit und jeder Himmelsstrich ihren eigenthümlichen Wolkencharakter haben.

Für den reisenden Naturfreund haben die Wolken noch eine ganz besondere Bedeutung durch ihre Schatten, die sie auf die Gegend werfen, mögen sie über die hochstehende Sonne wegziehen oder diese beim Unter- oder Aufgange zwischen sich hindurchblitzen lassen. Die Ansicht einer weiten, hügeligen Landschaft von einem hohen Standpunkte ist bei voller Tagesbeleuchtung und wolkenlosem Himmel oft leblos und gewissermaaßen unverständlich, weil das volle Licht das Relief nicht hervortreten läßt. Ziehende Wolkenschatten bringen Verständniß und Bewegung in das Bild.

Das Kommen und Scheiden der Sonne wird durch die Wolken zu einer Festlichkeit voll Glanz und Leben, während es ohne sie eine majestätische Feierlichkeit ist. Scheinen nicht die in allen Abstufungen gerötheten Wolken einander zuzurufen, welche von ihnen der scheidenden Herrin näher stehe — welche sie, nachdem sie schon geschieden ist, noch sieht, bis endlich auch die am Abendhimmel am höchsten stehende Wolke sich entfärbend eingesteht, daß auch sie die geschiedene nicht mehr erblicken kann. Wenige Minuten noch und in dem düstern Grau der Trauer stehen die Verlassenen am dunkelnden Himmel.

Noch ergreifender ist der Gegensatz an der glühenden Alpe, deren ewiger Schnee das feurige Roth flüssigen Eisens annimmt, in scharfem Gegensatze zu dem kalten Blau des tieferliegenden, nicht mehr bestrahlten Schnees. Langsam rückt die Grenzlinie empor, bis endlich die letzte glühende Spitze verglimmt und plötzlich das vorher durch den Gegensatz bedingte Blau einem leichenhaften Grauweiß weicht.

Der manchmal kindische Streit, ob Dieses oder Jenes schöner sei, verstummt vor der ruhigen Majestät der Schneeriesen des Berner Oberlandes; oder wagt es Jemand, ihnen zu sagen, wenn sie in ihrer blendenden Reinheit das volle Tageslicht neben blauen Schatten zurückstrahlen, daß sie glühend schöner seien, — wer wagt das Umgekehrte zu verfechten?

Wer kann noch mäkelnd an jene denken, wenn er in einer blauen Eiscoulisse des Rosenlaui-Gletschers steht, aus deren Wänden ringsum die „Juwelen“ demantähnlich funkeln und die tausend abtropfenden Wasserperlen und

rieselnde, das Eis zernagende Quellchen von Schmelzwasser ein melodisches Getön verbreiten?

Wenn der Gedanke den mächtigen Gletscherkörper durchschaut bis hinunter auf seine ewig unsichtbare Bahn, und man, ohne es zu sehen und zu fühlen, doch weiß, daß der starre Riesenleib mit uns abwärts gleitet und dabei in ewiger Verjüngung keinen Augenblick derselbe bleibt, wenn man daran denkt, daß das Eis der unreinen Oberfläche, auf der man steht, vor Jahrzehenden als lauteres Hocheis in stundenweiter Entfernung in dem Kessel des Schneefeldes strahlte — wenn man so den Gletscher geistig durchdringt, so erscheint uns in ihm das Wasser, der muntere Wanderer, in den Banden einer Verzauberung.

Nicht weit haben wir zu gehen, um die Tropfen, von denen die Sonnenstrahlen den Bann lösten, als muntern Bach zu finden, der sich von tausend Hindernissen nicht abhalten läßt, weiter, immer weiter zu dringen, bis er, an hoher Felsenkante angekommen, in kühnem Sprunge hinunterstürzt in das Thal, daß die auf kurzem Laufe verbundenen sich wieder in tosendem Gewimmel in der Luft entzweien, als erinnerten sie sich der Zeit, wo sie auf hoher Alpenzinne als tanzende Flocken niederfielen. Doch unten sammeln sie sich wieder und prüfen ihre junge Kraft am Mühlrade, das ihnen der Mensch auf ihren müßigen Weg hingestellt hat. Und weiter geht ihr Lauf durch das blühende Thal; sie halten treu und innig zusammen als starker Bach und plaudern unterwegs mit den Blumen am Ufer, denen sie von ihren Alpenschwestern Grüße bringen. Bald aus jener, bald aus dieser Felsenschlucht kommt ein junger Reisegenosse herzugelaufen, und in Eins verbunden geht es vorwärts. Plötzlich sehen sich die Verbrüderten getrennt, denn der grüne Alpensee nahm den ankommenden Bach auf, daß sich dessen Tropfen darin verlieren. Doch nein, sie erkennen einander noch an ihrem unsaubern Reisekleide, durch das sie von den klaren Wellen des Sees so sehr abstechen, daß sie sich schämen und sich säubern. Die alten Reisespuren lassen sie eilig fallen und kaum ein Viertelstündchen dauert's, so unterscheidet man sie kaum noch, und wo bald nachher links der siebenstufige „Gießbach" *) hereinschäumt, da kann man schon er-

*) Siehe das Titelbild. Ich nenne den Gießbach nicht den schönsten Wasserfall der Schweiz, denn wer mag zwischen ihm und den Reichenbachfällen, dem Handeckfall der Aare, dem Staubbach und anderen Schiedsrichter sein? Zu den genannten kommt namentlich noch der reizende Wandelbach und Oltschibach im Meiringer Thale und im Hintergrunde

rathen, daß unten bei Unterseen die Gäste des Sees an Lauterkeit alle Eins von ihm Abschied nehmen werden.

Ich habe meine Leser und Leserinnen unwillkürlich aus dem Reiche der Phantasie in einen der reizendsten Winkel der Wirklichkeit gelockt, in die Umgebung des Brienzer Sees, wo die Wasserfälle wie zur Tagefahrt zusammen angekommen sind. Sei dies der Scheideweg, wo wir vom Wasser Abschied nehmen. Ich beraube nicht länger Euch, die Ihr bisher mich begleitet habt, des Genusses, mit eigenen Farben das poetische Bild des Wassers Euch selbst weiter auszumalen. Es ist wohl Mancher unter Euch, den einst das Wasser selbst hinüber trug zu seinem majestätischen Niagara, wie jetzt wohl keiner unter Euch sein wird, der den Wasserkultus der Naturvölker nicht begriffe.

Und wo Ihr jetzt mit meinem Buche in der Hand auch weilen mögt, das wohlthätige Element, dem wir unserem Anfange zum Trotze diesen Namen in dankbar menschlicher Auffassung wieder zurückgeben, es ist Euch nahe. Wenn ich so glücklich sein sollte, Einem von Euch zum ersten Male den Gedanken aus der Zerstreuung des Lebens ganz und fest auf das Wasser gerichtet zu haben, so durchbebt ihn nun wohl das Gefühl, das in Worten lauten würde:

Das ist das Wasser?!

---

des Lauterbrunnenthales der einsame Sefinenbach und der großartige Schmadribach. Sie alle kommen als Aare und Lütschine im Brienzer See zusammen, in den nur der Gießbach als Herrscher über alle unmittelbar mitten hinein springt. Wahrlich, wer den wechselvollen Reiz des Wasserfalles genießen will, der hat keine Wahl. Dicht neben des Gießbachs kühnstem Sprunge steht für ihn noch das trauliche Hospitium des Schulmeisters Kehrli, wo ich für meine Arbeit im vorigen Herbste erquickende Nahrung fand.

Druckfehler.

Seite	19	Zeile	15 u. 4.	v. u. l. 26 statt 36.
"	39	"	8	v. u. l. dieser statt diese.
"	54	"	9	v. u. l. der erste statt den ersten.
"	64	"	13	v. u. l. reicht statt lehrt.
"	82	"	3	v. u. l. zu finden.
"	109	"	8	v. o. l. bei den 2c. Bergwerken.
"	133	"	14	v. o. l. verschiedene.
"	173	"	12	v. u. l. hinreicht.
"	205	"	6	v. u. l. Bogen statt Boden.
"	346	"	7	v. u. l. nahe statt naht.
"	366	"	3	v. u. l. Unz statt Voik.
"	373	"	1	v. o. l. Havel statt Spree.

Alphabetisches Sachregister.

A.

Ablagerung. 192.
Ablation des Gletschers. 156.
Abzugskanäle, offene. 443.
—— unterirdische. 443.
Ackerkrume. 436.
Adhäsionskraft. 18.
Aequatorial-Doldrums. 95.
Aequatorialströmung. 298. 300.
Affinität. 24.
Alluvium. 193.
Anhaftungskraft. 18.
Anhydrit. 262.
Anschwemmungen. 192.
——, gegenwärtig stattfindende. 193.
Apparat zum Messen großer Meerestiefen. 240.
Artesische Brunnen. 319.
——, Hervorbrechen und Menge des Wassers. 323.
——, Kohlensäure und Kohlenwasserstoffgas in denselben. 324. 325. 331.
—— von Nauheim. 326.
——, technisches Verfahren beim Graben derselben. 321.
Atoll. 223. 227.
Atom. 20.
Auflösung. 16.
Auswaschungsthäler. 140. 380.

B.

Bänke (der Flüsse). 390.
Bannwälder. 180.
Barometer. 34.
Barren. 207. 389.
Bergfloß. 173.
Bergketten, deren Einfluß auf das Klima. 98. 100.
Bergmehl. 230.
Bergölquellen. 352.
Berg-Rast. 173.
Bergschlipf. 131.
Bergschrund. 154.
Bett (der Flüsse). 381.
Bewässerung in Spanien. 398.
——, künstliche. 397. 437.
Bifurkation der Flüsse. 381.
Bildungssaft der Pflanzen. 432.
Bitterwässer. 345. 350.
Blut. 421. 424.
Boden, Auszehrung desselben. 334.
——, mineralischer Charakter desselben. 434.
Bodensatzbildung. 192.
Braunkohlenbildung. 214.

C.

Calmen. 95.
Caspi-See. 413.
Cementquellen. 352. 353.
Chemische Verbindung. 16. 19.
Chemische Verwandtschaft. 24.
Cirrocumulus. 62.
Cirrostratus. 62.
Cirrus. 62.
Cohäsionskraft. 17.
Continentalklima. 115.
Continentalströme. 374.
Cumulostratus. 62.
Cumulus. 62.

D.

Dachströmungen. 112.
Dampf. 13.
Dampfschiff. 306.
Daniell'sches Hygrometer. 53.
Decrepitiren. 29.
Deltabildung. 197.
—— in Italien. 205.
Delta des Mississippi. 203.
—— des Rheines. 204.
Deltaland. 384. 387.
Detritus. 193.
Diatomeen. 230. 248.
Diluvium. 193.
Drainage. 445.
Drainröhren. 445.
Drift-Formation. 135.
Drummond's Licht. 6.
Dünen. 208.
Duftanhang. 58.
Dunst. 13.
Durst. 451.

E.

Ebbe und Fluth. 288.
——, gleichzeitiges Eintreten derselben an verschiedenen Orten. 294.
Eis. 9.

Eisberge, schwimmende. 172 277.
Eisenbahnen. 509.
Eisensäuerlinge. 345.
Eisgänge. 390.
Eisnadeln (der Gletscher). 166.
Eisschliff. 167. 169.
Eiszeit. 134.
Elemente. 2.
Elton-See. 410.
Endmoränen. 159.
Endosmose. 418.
Entwässerung. 441.
Entwaldung, deren Einfluß. 107.
Erbsenstein. 185.
Erdbeben, deren Entstehung durch Wasser. 336.
Erdbildung durch Infusorien. 230.
Erdfeuer. 325.
Erosionsthäler. 140. 380.
Erratische Blöcke. 173. 305.
—— Formation. 135.
—— Gletscher. 176.
Expansionskraft (des Wassers). 15.

F.

Federhaufwolke. 62.
Federschichtwolke. 62.
Federwolke. 62.
Felsarten, Auflöslichkeit derselben nach ihrer Zusammensetzung. 122.
——, Gefüge derselben. 124.
——, Klüftigkeit ders. 124.
——, Lage ders. 126.
Felsenmeere. 138.
Feuchtigkeitanzeiger. 51.
Feuchtigkeitmesser. 51.
Feuerluft. 5.
Feuerquellen. 325.
Findlings-Blöcke. 173. 305.
Firn. 146.
Firneis. 147.
Firnmulde. 148. 150.
Flachküsten. 249.
Flechten. 448.
Flüsse, Bahn ihres Laufes. 381.
——, Benennung derselben beim Zusammenfließen mehrer. 372.
——, Bewegungskraft derselben. 390.
——, Einmündung anderer in dieselben. 389.
Flüsse, Ersatz für den Verdunstungsverlust des Meeres. 371.
——, Gang ihres Wasserstandes. 391.
——, ihr Gehalt an Schlammtheilchen. 389.
——, Geschwindigkeit ihres Laufes. 387.
——, Größe ihrer Stromentwickelung und Stromkrümmungen, und direkter Abstand der Quelle von der Mündung. 377.
——, Lauf derselben durch Felsenthäler. 380.
——, Lauf derselben gegen das Niveau. 381.
——, Ober-, Mittel- und Unterlauf derselben. 382.
——, Stromgebiet mehrerer. 374.
——, Wassermasse derselben. 381.
Flußablagerungen (im Meere). 199.
Flußbetten, Gestalt ders. 382.
Flußhäupter. 366.
Flußinseln. 390.
Flußversenkungen. 366.
Flußwasser, aufgelöste Stoffe in demselben. 385.
——, chemische Beschaffenheit desselben. 384.
Fluth und Ebbe. 288.
Fluthen, abgelenkte. 292.
Fluthwellen. 246.
——, Art und Weise ihres Verlaufes. 290.
Fontanelle. 443.
Formation. 261.
Frühjahrssaft der Pflanzen. 431.
Frühlingsbrunnen. 354.

G.

Gabeltheilung der Flüsse. 381.
Gandecken. 158.
Gase, Auflösung derselben im Wasser. 29.
Gegenströmungen. 298.
Geologie und Geognosie. 125.
Geröll. 385.
Geschiebe. 385.
——, deren Fortbewegung. 387.
Gestadelinien. 249.
Gesundbrunnen. 345. 351.
Geysir (auf Island). 339.
Gewässer des Festlandes; deren Abkunft 233. 308.
——, fließende (des Festlandes). 310.
——, unterirdische und deren thierische Bewohner. 368.
Gewitterregen, Wirkungen eines solchen. 395.
Gießbach. 371.
Gips. 262.
Glatteis. 58.
Gletscher, Abschmelzung derselben. 157. 165.
——, Alter der gegenwärtigen. 175.
Gletscherbach. 166. 371.
Gletscher, Bewegung derselben. 152.
Gletscherbildung, Bedingungen derselben. 145.
——, Gebiete derselben. 171.
Gletscherboden. 164. 167.
Gletscherbrüche. 156.
Gletschereis. 147. 148.
——, Haarspalten in demselben. 149.
Gletscher, erratische. 176.
——, inneres Leben derselben. 162.
Gletscherkorn. 149.
Gletscher, Länge und Breite ders. 152.
——, Mächtigkeit ders. 150.
——, Randkluft derselben. 154. 156.
Gletscherschliff. 167.
Gletscher, Spalten oder Schründe ders. 153. 156.
Gletscherthätigkeit. 141. 142.
Gletscherthor. 166.
Gletschertische. 160.
Gletscherufer, Ritzung derselben. 169.
Gletscher, Veränderung ihres Umfanges. 174.
——, Vorrücken ders. 165.
——, Zerklüftungen derselben. 153.
—— zweiten Ranges. 171.
Golfstrom. 111.
Gräser, saure. 440.
——, süße. 440.
Graupeln. 73. 76.
Gravitation. 32.
Grundlauine. 181.
Grundmoränen. 162.
Gufferlinie. 159.

H.

Haar-Hygrometer, 52.
Haarrauch. 60.
Haarröhrchen-Anziehung. 25.
Haarspalten (im Gletschereis). 149.
Hafenzeit. 290. 294.
Hagel. 73. 76.
Haiderauch. 60.
Hangbau. 438.
Hammam-Meskhutin, Quellen von. 186.
Harmonika, chemische. 7.
Haufschichtwolken. 62.
Haufwolken. 62.
Hebungen der Erdrinde, säkulare. 226. 253.
Heilquellen. 345. 351.
Hocheis. 147.
Hochfirn. 147.
Hochschnee. 146.
Höhenrauch. 60.
Humboldt-Gletscher. 172.
Hungerbrunnen oder Hungerquellen. 319.
Hydrogen. 5.
Hydrometeore. 37. 51.
Hydrotherapie. 463.
Hyetometer. 67.
Hygrometer. 26. 51.
Hygroskop. 26. 51.

J.

Imbibition. 420.
Imponderabilien. 39.
Infusorienerde. 230.
Inselklima. 115.
Isochimenen. 114.
Isorachien. 295.
Isotheren. 114.
Isothermen. 116.

K.

Kalkgehalt des Wassers. 183.
Kalklicht, Drummond'sches. 6.
Kalksinter. 185.
Kalktuff. 184.
Kanalriff. 223. 227.
Kaolin. 123.
Kapillarität. 25.
Karren. 139.
Katabothra. 366.
Kephalaria. 366.
Keuper. 261.
Kieselguhr. 230.
Kieselsinter, Kieseltuff. 188.
Klima der Vereinigten Staaten. 84.
Klippenküsten. 240.
Knall-Luft. 7.
Kochpunkt (des Wassers). 12.
Kochsalz. 346.
——, Bedeutung desselben. 268.
——, Herkunft desselben. 257.
——, als Lava. 262.
Kohlensäure. 35.
Kohlensäure in Artesischen Brunnen. 324. 328. 331.
——, ihr Ursprung aus dem kohlensauren Kalke. 335.
Kohlenwasserstoffgas in Artesischen Brunnen. 325.
Korallenkalk. 230.
Korallenpolypen. 215.
Korallenriffe. 221.
——, deren Bildung. 215.
——, Erhebung derselben über dem Meere. 228.
——, deren Hebung und Senkung. 226. 227.
——, Ursache ihrer ringförmigen Bildung. 224.
Kreislauf des Luftmeeres. 95.
Krystall- oder Krystallisationswasser. 27.
Küsten, ihr Einfluß auf Ebbe und Fluth. 290. 292.
Küstenflüsse. 373. 383.
Küstenklima. 115.
Küstensand. 209.
Küsten, deren Veränderung. 250.
—— —— durch Erdbeben. 251.
—— —— durch Hebungen und Senkungen des Landes. 253.

L.

Lagunen oder Küstenseen. 412.
Lagunenriff. 223. 227.
Lahnenrunst. 180.
Landseen. 403.
——, Entstehung der Becken ders. 404.
——, deren Bodengestaltung. 404.
——, Farbe ders. 408.
——, Lage derselben über dem Meeresspiegel. 406.
——, Steigen und Fallen ders. 414.
——, Tiefe ders. 415.
——, versteinernde. 412.
——, Zu- und Abfluß derselben. 405.
Lauinen. 141. 178.
Lauinenbrücke. 180.
Lauizug. 180.
Lebensluft. 5.
Lithodendren, Lithophyten. 216.
Lösung. 16.
Löthigkeit (der Salzsoole). 347.
Logbuch. 43.
—— 33.
Luftdruck, Einfluß desselben auf Ebbe und Fluth. 290.
Lufterscheinungen, wässerige. 37. 51.
Luftfeuchtigkeitmesser. 26.
Luftmeer, Kreislauf in demselben. 45. 48.
Luftströmungen. 37. 42.
Luft, Zusammensetzung derselben. 33.

M.

Maibrunnen. 354.
Markscheidekunst. 320.
Martorf. 210.
Maury. 42.
Meer. 233.
——, Eintheilung desselben. 238.
——, Flächen- und Tiefenverhältniß desselben zum Festlande. 236. 242.
——, Wirkung desselben auf die Küsten. 135.
Meeresboden, Beschaffenheit dess. 247.
Meeresgrund, Relief desselben. 243.
Meeresküsten, Beschaffenheit derselben. 249.
Meeresspiegel, verschiedene Höh desselben bei verschiedenen Meeren. 254.
Meeresströmungen. 110. 295.
——, Ursachen ders. 296.
Meerestiefe, deren Messung. 238. 240.

Digitized by Google

Meerestiefe, deren Berechnung aus den Fluthwellen. 246.
——, Nutzen von deren Messung. 246.
Meereswellen, Größe derselben. 302.
——, Stoßkraft und Schnelligkeit derselben. 304.
Meer, Eindruck desselben auf den Menschen. 234.
Meerwasser, Farbe, ursprüngliche desselben. 280.
——, Färbung desselben durch fremde Körper. 282.
——, Gefrieren desselben. 276.
——, Gehalt desselben an verschiedenen Salzen. 267.
——, höchste Wärme desselben. 275.
——, Leuchten desselben. 284.
——, Temperatur desselben. 273.
Meerwasser, Ursprung des Salzgehaltes desselben. 256. 265.
——, Verdampfung desselben zwischen den Wendekreisen. 97.
——, Zusammensetzung desselben. 26.
Mineralquellen. 345.
——, künstliche. 351.
Mittellauf (der Flüsse). 382.
Mittelmoräne. 159.
Mond, dessen Einfluß auf Ebbe und Fluth. 289.
Monsoons oder Moussons. 99.
Moorrauch. 60.
Mooswelt, ihre Bedeutung. 101.
Moräne. 158.
Moränenblöcke. 176.
Morasterz. 192.
Mündung, deren direkter Abstand von der Quelle. 376. 377.
Muschelkalk. 261.
Mutterlauge. 29.

N.

Nahrungsmittel. 421.
Nahrungsstoff. 421.
Naphthaquellen. 352.
Nebel. 54. 58.
——, trockne. 60.
Nebelsee. 59.
Nehrung. 206.
Niagarafall. 140.
Nil, Wechsel im Wasserstande desselben. 393.
Nimbus. 62.
Nippfluthen. 289.
Nolle. 167. 168.

O.

Oberlauf (der Flüsse). 382.
Ombrometer. 67.
Oolithisches Gefüge. 186.
Oxyde. 5.
Oxygen. 4.

P.

Paramelle, Abbé. 359. 365.
Passatwinde. 46.
Pegel. 391.
Pelagische Strömungen. 295.
Pflanzen, deren Antheil an der Verwitterung. 128.
——, bodenstete. 435.
——, bodenholde. 435.
——, bodenvage. 435.
——, Feuchtigkeits-. 446.
——, Wassergehalt derselben. 422.
——, Nahrungsmittel derselben. 427.
Pflanzensamen, Keimen derselben. 428.
Phlogiston. 8.
Phosphorescenz. 285.
Pierre à Dzo. 177.
Polareis. 277.
Polarmeer. 276.
Polyp, Polypenstock. 216.
Polypenstock, mit einem Baume verglichen. 217.
Polypenstöcke, Meerestiefe bis zu der sie wurzeln. 220.
——, Verbreitung derselben. 219.
Porzellanerde. 123.
Pulshammer. 12.

Q.

Quellen. 310.
——, atmosphärischer Ursprung derselben. 310.
——, aussetzende oder intermittirende. 354.
Quellenbildung, örtliche Bedingungen derselben. 313.
Quellenbildung, Einfluß des Waldes auf dieselbe. 315.
——, im Schichtgestein. 313. 317.
Quellen, durch Bodeneinsenkungen erkennbar. 361.
—— von Hammam-Meskhutin (in Algier). 186.
——, inkrustirende. 183. 355.
——, intermittirende, Theorie ders. 356. 358.
——, intermittirende, Modell einer solchen. 355.
Quellenköpfe. 366.
Quellenkunde des Abbé Paramelle. 359.
Quellen, temporäre. 354.
Quelle zu Vaucluse. 367.
Quellenversenkungen. 366.
Quellen, warme und Ursprung ihrer Wärme. 332. 337.
Quellung. 420.

R.

Randkluft (der Gletscher). 154. 156.
Randvergletscherungen. 171.
Raseneisenerz. 192.
Rauchfrost. 57.
Rauschbach. 371.
Regen, Veranlassungen zu demselben. 66.
Regenbogen. 82.
Regengüsse, tropische. 72.
Regenmenge. 69.
Regenmesser. 67.
Regenwolke. 62.
Reif. 54. 57.
Rhein, Gerölle desselben. 386.
——, Höhe, Geschwindigkeit u. Inhaltsmenge seines Wassers bei Basel. 395.
——, Periode seines regelmäßigen Hochwassers. 391.
Rieselwiesen. 437.
Riesentöpfe. 138.
Rinnsal. 381.
Roches moutonnées. 176.
Rogensteingefüge. 186.
Rolllauine. 181.
Rollsteine. 385.
Rückenbau. 438.
Rundhöcker (der Gletscher). 166. 176.

S.

Salpeterquellen. 352.
Salz, Bedeutung desselben. 268.
Salzformation. 261.
Salzgehalt des Meerwassers. 256. 265.
Salz, Herkunft desselben. 257.
Salzmeer. 255. 267.
Salzquellen. 345. 346.
——, deren Siedepunkt. 347.
Salzseen. 409.
Salzspindel. 348.
Sandstein, bunter. 261.
Sargasso-Meer. 112. 244.
Sauerbrunnen oder Säuerlinge. 345.
Sauerstoff, Sauerstoffgas. 4.
Sauerstoffverbindungen. 5.
Schichten, Fallen oder Einschießen und Streichen derselben. 315.
Schichtgestein, dessen Bildung. 202.
Schichtwolke. 62.
Schiffahrt, jetzige und frühere. 501.
Schlaglauinen. 180.
Schlammströme. 133.
Schloßen. 76.
Schnee. 73.
Schneefeld. 146.
Schneeflocken. 74.
Schneegrenze. 142.
Schuttablagerung. 193.
Schuttkegel. 195. 201.
Schwefelwasserstoffgas (in Artesischen Brunnen). 325.
Schwefelwässer. 345. 350.
Schwemmkegel. 195. 199.
Schwerkraft. 32.
Sedimentgebilde. 192.
Seeklima. 115.
Seen, ihre Entstehung durch Einsturz von Felsschichten. 335.
Seethiere, leuchtende. 256.
seiches des Genfersees. 415.
Seitenmoräne. 158.
Senkbrunnen. 369.
Senken oder Senklöcher. 369.
Senkungen des Landes, säkulare. 226. 253.
Siedepunkt (des Wassers). 12.
Simeto. 140.
Sonne, deren Einfluß auf Ebbe und Fluth. 289.
Soolquellen. 346.
Soolquellen, Gehalt derselben an verschiedenen Salzen. 348.
Soolspindel. 348.
Spaltalgen. 230. 248.
Springfluthen. 289. 294.
Sprudelstein. 185.
Stahlwasser. 346.
Stalagmiten. 191.
Stalaktiten. 190.
Staublauinen. 180.
Staubregen. 66.
Stauwiesen. 437.
Steilküsten. 249.
Steinkohlenbildung. 214.
Stoffe, unwägbare. 39.
Strandlinien. 253.
Strandriff. 222. 227.
Stratus. 62.
Strokkr (auf Island). 342. 344.
Ströme, der heißen Erdgürtel und Gang ihres Wasserstandes. 392.
Strombahn. 388.
Stromentwickelung. 376. 377.
Stromgebiete, Größe mehrerer. 373. 374.
Stromkrümmungen. 376. 377.
Stromrinne. 388.
Stromschnellen. 395.
Sturmfluthen. 388.
Süßwasserkalk. 185.
Sumpferz. 192.

T.

Thalriegel. 170.
Thau. 54. 55.
Thaupunkt. 54.
Thermalquellen oder Thermen. 332.
Thermen, ihre Beziehungen zum Vulkanismus. 338.
Telegraphenplateau. 244. 247.
Temperatur, deren Zunahme nach dem Erdinnern. 333.
Tennyson's Monument. 136.
Tension (des Wassers). 15.
Tieffirn. 147.
Todtes Meer. 255. 267.
Torfbildung. 209.
Torfmoore, organische Ueberreste in denselben. 212.
Torfpflanzen. 211.
Tornado's. 251.
Trageplätze. 379.
Travertin. 186.
Trias. 261.
Trombe. 80.
Tropfsteinhöhlen. 190.
Tyfoons. 251.

U.

Udometer. 67.
Uferwall. 202. 205.
Unteraargletscher. 163.
Unterlauf (der Flüsse). 382.
Untergrund. 436.

V.

Versteinerungsprozeß. 189.
Verwandtschaftskraft, chemische. 24.
Versumpfung. 441.
——, Ursprung ders. 442.
Verwitterung. 121.

W.

Wärme. 37.
Wärme, freie und gebundene (latente). 38.
Wärme, Leiter und Nichtleiter derselben. 39.
Wärmequelle im Erdinnern. 332. 337.
Wald, Einfluß desselben auf das Klima. 103.
——, Einfluß desselben auf die Quellenbildung. 345.
Wasser, aufbauende Thätigkeit desselben. 141. 183.
——, Ausdehnung desselben. 11.
——, auswaschende Kraft desselben. 138.
——, dessen Bedeutung für die Gesundheit. 457.
——, Bedeutung desselben für das Pflanzenleben. 427.
——, Bedeutung desselben für das Thierleben. 449.
——, dessen belebende Kraft. 453.
——, als Bestandtheil des Luftmeeres. 31.
——, bewegende Kraft desselben. 133.
——, chemische und physikalische Eigenschaften desselben. 1.

Digitized by Google

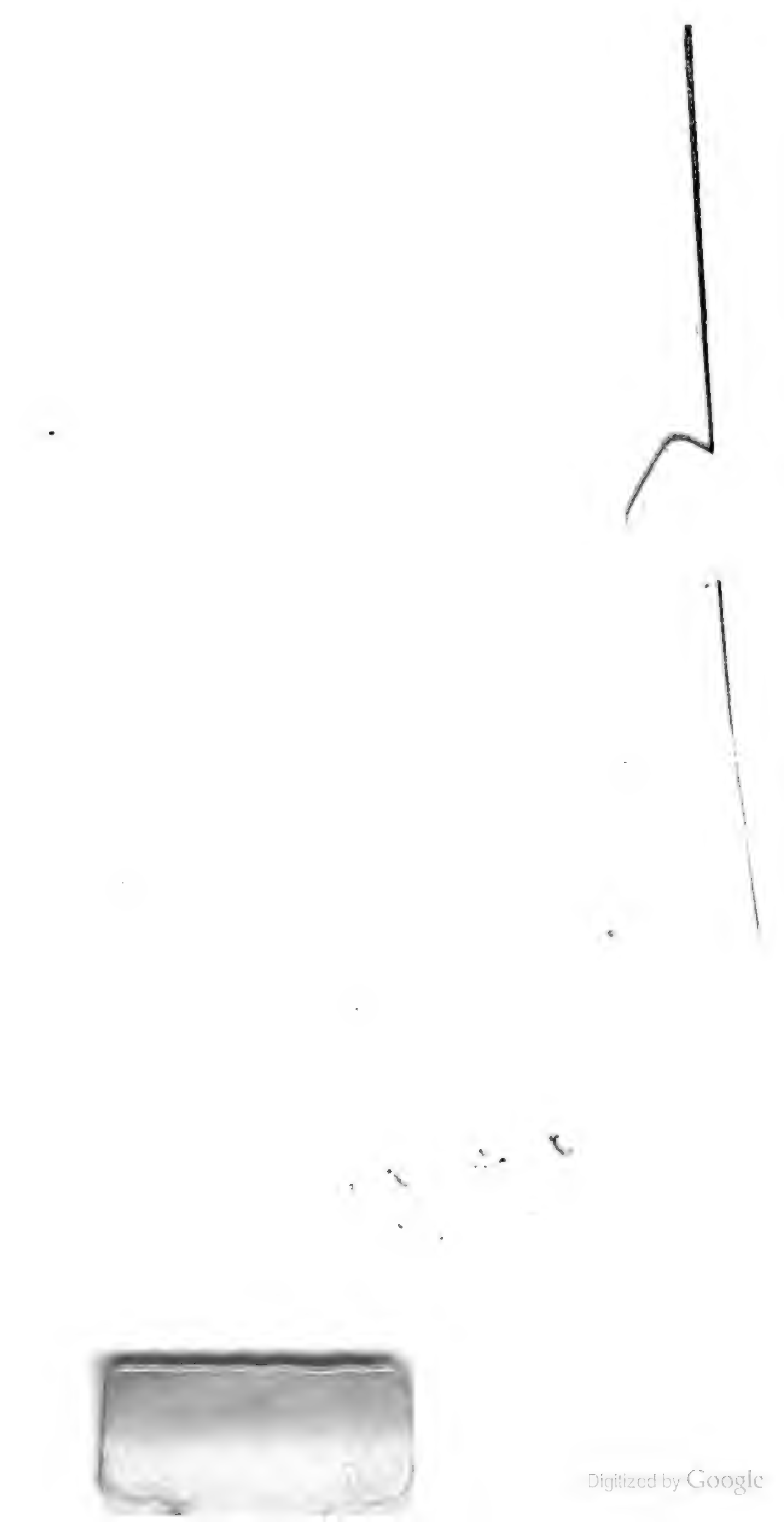
Wasser, chemische Zusammensetzung desselben. 1.
——, destillirtes. 25.
——, Dichtigkeit desselben. 10.
——, Eigenschaften desselben. 9.
——, Eisengehalt desselben. 191.
——, als erdgestaltende Macht. 117.
——, Gefrieren desselben. 9.
——, hygroskopisch gebundenes. 26.
——, mechanische Zerstörungsgewalt desselben. 132.
——, Menge des in der Erdrinde vertheilten. 335.
——, Niederschläge von Kalk aus demselben. 184.
——, als Regulator des Klima's. 83.
——, Verdichtung desselben. 13.
——, Verdunstung desselben. 13.
Wasser, weiches und hartes 385.
——, Werke desselben durch mechanische Gewalt. 192.
——, zerstörende Thätigkeit dess. 117. 120.
——, als Heilmittel. 461.
——, Wirkungen desselben auf die Fruchtbarkeit. 433.
Wasserfälle. 369.
Wassergas. 9.
Wasserheilkunde. 463.
Wasserhose. 80.
Wassergeschöpfe, Tiefenverbreitung derselben. 496.
Wasserpflanzen. 467. 474.
——, geographische Vertheilung derselben. 486.
Wasserthiere. 470. 475. 481.
——, geographische Vertheilung derselben. 485.
Wasserscheiden. 378.
Wasserstand (der Flüsse). 391.
Wasserstoff, Wasserstoffgas. 4.
Wetterbäume. 65.
Widerströme. 388.
Wiesenerz. 192.
Wildbach. 371.
Wind. 42.
Windbäume. 65.
Wind, Einfluß desselben auf Ebbe und Fluth. 290.
Windlauinen. 180.
Wolken. 60.
——, Geschwindigkeit derselben. 64.
——, Größe derselben. 63.
——, Höhe derselben. 63.
——, Wassergehalt ders. 63

Z.

Zirknitzer See. 368. 413.
Zusammenhangskraft. 17.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google